



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

TESE

MATURAÇÃO FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE *Luffa operculata* (L.) Cogniaux

PAULO COSTA ARAUJO

2016



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**



**MATURAÇÃO FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE *Luffa operculata* (L.)
Cogniaux**

PAULO COSTA ARAUJO

Sob a orientação da Professora
Edna Ursulino Alves

Tese submetida como requisito para
obtenção do grau de **Doutor em**
Agronomia, no Programa de Pós-
graduação em Agronomia.

Areia, PB
Maio de 2016

Ficha Catalográfica Elaborada na Seção de Processos Técnicos da
Biblioteca Setorial do CCA, UFPB, Campus II, Areia - PB.

A663m Araujo, Paulo Costa.
Maturação fisiológica de sementes de *Luffa operculata* (L.) Cogniaux / Paulo Costa
Araujo. - Areia: UFPB/CCA, 2016.
xv, 65 f. : il.

Tese (Doutorado em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias. Universidade
Federal da Paraíba, Areia, 2016.

Bibliografia.
Orientadora: Edna Ursulino Alves.

1. Cabacinha - Germinação de sementes 2. *Luffa operculata* - Maturação fisiológica
3. Plantas medicinais - Dormência tegumentar I. Alves, Edna Ursulino (Orientadora)
II. Título.

UFPB/CCA

CDU: 633.88(043.2)

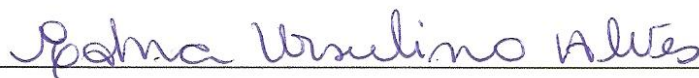
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

**TÍTULO: MATURAÇÃO FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE *Luffa operculata* (L.)
Cogniaux**

AUTOR: PAULO COSTA ARAUJO

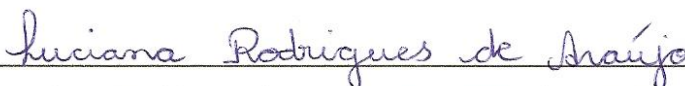
Aprovado como parte das exigências para obtenção do título de DOUTOR em AGRONOMIA
(Agricultura Tropical) pela comissão Examinadora:



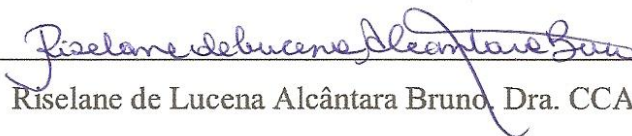
Edna Ursulino Alves. Dra. CCA - UFPB
(Orientadora)



Edilma Pereira Gonçalves. Dra. UFRPE - UAG



Luciana Rodrigues de Araújo. Dra. PMA/Sec. Educação - PB



Riselane de Lucena Alcântara Bruno. Dra. CCA - UFPB

Data da realização: 30 de maio de 2016.

Presidente da Comissão Examinadora

Dra. Edna Ursulino Alves

Orientadora

Aos meus pais, FRANCISCO CANINDE e
NILSE ARAUJO.

Aos meus irmãos, EMILIANNO e JULIANA
ARAUJO.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À DEUS, pelo seu infinito amor, pela sua bondosa misericórdia, pelo privilégio da vida e por tudo que me foi concedido e confiado ao longo dos meus dias, agradeço por todas as batalhas e vitórias, por tudo quanto tenho e sou, em especial, pela permissão ao título de Doutor em Agronomia.

A Comissão de Aperfeiçoamento de Pessoal do Nível Superior (CAPES) pelo apoio a concessão de bolsa de doutorado.

Ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba (CCA-UFPB), através do Programa de Pós-graduação em Agronomia (PPGA), pela grande oportunidade oferecida.

Aos meus pais, verdadeiros “professores” da minha vida, que com todo o seu carinho me ensinaram que a fé a DEUS, o respeito ao próximo e a honra, são virtudes dignas de serem trazidas sempre comigo.

A Profa. Dra. Edna Ursulino Alves, pela forma sábia em sua orientação, pelos preciosos ensinamentos em tecnologia de sementes que nunca serão esquecidos, pela disponibilidade e por todo apoio que me foi dado.

Aos docentes e funcionárias do Programa de Pós-graduação de Agronomia, pelo aprendizado e profissionalismo.

A Severina Soares da Costa, Ítalo Soares Sales e a todos os meus familiares que me apoiaram e estiveram ao meu lado durante os meus estudos.

A todos os meus professores, devo imensa gratidão, por ter me proporcionado o maior de todos os ensinamentos: a doação na transmissão dos conhecimentos e na formação de grandes cidadãos.

Ao Departamento de Fitotecnia e Ciências Ambientais e em especial ao Prof. Dr. Ademar Pereira de Oliveira, pela concessão da área experimental.

Ao Prof. Dr. Walter Esfrain Pereira pelos ensinamentos que tenho em estatística e pela realização das análises experimentais desse trabalho.

Ao MSc. Francisco Thiago Coelho Bezerra, pela disposição e ajuda durante as análises estatísticas.

Aos colegas e amigos do Laboratório de Análise de Sementes (LAS): Alisson Velozo, Sidney Saymon, Caíque Palacio, José de Oliveira Cruz (Lucildo), Izabela Lopes, Daniela Viera e Aderdilânia Iane Azevedo, especialmente a Rosemere dos Santos Silva, Flávio Ricardo Silva Cruz, Maria das Mercês Serafim dos Santos Neta, Maria Lúcia Maurício da Silva, Marina

Matias Ursulino, Sueli da Silva Santos-Moura, Patrícia Souza de Sales Gondim, Antônio Pereira dos Anjos Neto, Patrícia Cândido da Cruz Silva e Maria das Graças Rodrigues do Nascimento pela harmonia em nossa convivência e por toda colaboração ao desenvolvimento dessa pesquisa.

Aos funcionários do Laboratório de Análise de Sementes, Severino Francisco dos Santos, Rui Barbosa da Silva e Antônio Alves de Lima.

Aos amigos de estudo: Ovídio Paulo Rodrigues da Silva, Alinne Menezes Soares, Anne Katherine de Holanda Bezerra Rosado, e Léa Cristina Medeiros pelo companheirismo e por todos os momentos de descontração.

Aos amigos de Areia - PB: Fagner, Aline, Pedro Henrique e família pela amizade e carinho.

A todos os amigos de Mossoró-RN, em especial a Roseano Medeiros da Silva e Ana Verônica Menezes de Aguiar.

Enfim, agradeço a todos que direta ou indiretamente estiveram comigo nessa caminhada me apoiando e incentivando ao meu sucesso.

(Ninguém vence sozinho, nem no campo, nem na vida - PAPA FRANCISCO)

“Tudo é considerado impossível, até acontecer.”

NELSON MANDELA

ARAUJO, Paulo Costa. **MATURAÇÃO FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE *Luffa operculata* (L.) Cogniaux**. 2016. 65f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias - Universidade Federal da Paraíba (CCA-UFPB), Areia - PB, 2016. Orientadora: Edna Ursulino Alves.

RESUMO

A *Luffa operculata* (Cucurbitaceae) é uma planta nativa no Brasil e ocorre frequentemente em alguns estados do Norte e Nordeste, cujos frutos são ricos em alguns princípios ativos como a isocucurbitacina e buchнина, que são eficazes no tratamento de algumas doenças, principalmente respiratórias, como as sinusites e rinites. A principal forma de propagação dessa Cucurbitaceae é por meio de suas sementes, devendo estas possuírem elevada qualidade fisiológica para que a máxima germinação ocorra, para isso, o período do ponto de maturidade fisiológica se faz de extrema importância. Diante dessas considerações, objetivou-se avaliar as modificações físicas e fisiológicas de frutos e sementes de *Luffa operculata* colhidas em 2013 e 2014 com diferentes estádios de maturação, visando identificar o ponto de maturidade fisiológica das sementes e detectar o momento em que essas se tornam dormentes. Os trabalhos foram conduzidos no campo experimental do Setor de Olericultura e os testes físicos e fisiológicos no Laboratório de Análises de Sementes (LAS), ambos pertencentes ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba (CCA-UFPB), em Areia - PB. Para determinação do ponto de maturidade fisiológica das sementes avaliou-se o teor de água e o tamanho dos frutos e sementes e também a coloração externa dos frutos, além dos testes de germinação e vigor (porcentagem, primeira contagem e índice de velocidade de germinação, comprimento e massa seca do hipocótilo e raízes das plântulas). O delineamento estatístico utilizado foi inteiramente ao acaso e os fatores avaliados constaram das sementes com e sem desponte e também dos dias após a antese. A maior porcentagem de germinação das sementes ocorreu aos 45 e 42 dias após a antese para as sementes despontadas ou não, respectivamente, em 2013; enquanto no ano seguinte foi aos 35 e 29 dias nas sementes com e sem desponte, respectivamente. O tamanho dos frutos não é um índice adequado para a determinação do ponto de maturidade. As sementes de *L. operculata* devem ser colhidas entre 50 e 60 dias após a antese, no entanto, recomenda-se que as mesmas sejam submetidas ao desponte do tegumento, uma vez que a dormência tegumentar impede a germinação.

Palavras-chave: cabacinha, germinação, dormência tegumentar.

ARAUJO, Paulo Costa. **PHYSIOLOGICAL MATURITY OF SEEDS OF *Luffa operculata* (L.) Cogniaux**. 2016. 65p. Thisis (Doctorate in Agronomy) - Center of Agricultural Sciences - Federal University of Paraíba (CCA-UFPB), Areia - PB, 2016. Advisor: Edna Ursulino Alves.

ABSTRACT

Luffa operculata (Cucurbitaceae) is a native plant in Brazil and often occurs in some states of the north and northeast, whose fruits are rich in some active principles such as isocucurbitacina and buchinina, which are effective in treating some diseases, particularly respiratory, as sinusitis and rhinitis. The principal way of spreading this Cucurbitaceae is through its seeds, which should have high physiological quality for the maximum germination occurs, so that the period of physiological maturity point becomes extremely important. Given these considerations above, this study aimed to evaluate the physical and physiological changes in fruits and seeds of *Luffa operculata* harvested in 2013 and 2014 with different maturity stages, to identify the physiological maturation point of seeds and detect the time when these become dormant. The experiment was conducted in the experimental field of the horticulture sector and the physical and physiological tests at the Laboratory of Seed Analysis (LAS), both belonging to the Center of Agricultural Sciences of the Federal University of Paraíba (CCA-UFPB), in Areia - PB. To determine the physiological maturation point of seeds it was evaluated the water content and size of fruits and seeds and also the external color of the fruit, also it was evaluated the germination and vigor tests (percentage, first count and germination speed index, length and dry mass of the hypocotyl and roots of the seedlings). The experimental design was completely at random and evaluated factors consisted of seeds with and without lopping and also the days after anthesis. The highest percentage of germination occurred at 45 and 42 days after flowering to seed lopped or not, respectively, in 2013; while the following year was at 35 and 29 days the seeds with and without lopping respectively. The size of the fruits is not a appropriate index for determining the maturity point. *L. Operculata* seeds should be harvested between 50 and 60 days after anthesis, however it is recommended that they be submitted to the lopping of the integument since cutaneous dormancy impedes the germination.

Key words: cabacinha, germination, cutaneous dormancy.

LISTA DE ABREVIACÕES E SÍMBOLOS

ANOVA - Análise de variância
CH - Comprimento do hipocótilo de plântulas
CM-F - Comprimento dos frutos
CM-S - Comprimento das sementes
CR - Comprimento das raízes de plântulas
DAA - Dias após a antese
DM-F - Diâmetro dos frutos
ES-S - Espessura das sementes
FV - Fonte de variação
G - Porcentagem de germinação
gL - Grau de liberdade
GU-F - Grau de umidade dos frutos
GU-S - Grau de umidade das sementes
INMET - Instituto Nacional de Meteorologia
IVG - Índice de velocidade de germinação
LAS - Laboratório de Análise de Sementes
LG-S - Largura das sementes
MSF - Massa seca dos frutos
MSH - Massa seca do hipocótilo de plântulas
MSR - Massa seca das raízes de plântulas
MSS - Massa seca das sementes
PC - Primeira contagem de germinação
PREP - Precipitação
 \hat{R} - Valor do R estimado no gráfico
 R^2 - Valor do R-quadrado no gráfico
SAS - Statistical Analysis System
SD - Sementes dormentes
TEMP - Temperatura
 \hat{y} - Equação do gráfico de regressão
 \bar{y} - Valor médio para o eixo “y”

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Resumo das análises de variância e de regressão referente à porcentagem (G), primeira contagem (PC) e índice de velocidade de germinação (IVG) e sementes dormentes (SD) de <i>L. operculata</i> . Areia - PB, 2016.....	22
Tabela 2.	Resumo das análises de variância e de regressão referente ao comprimento do hipocótilo (CH) e raiz primária (CRP), massa seca do hipocótilo (MSH) e das raízes (MSR) das plântulas de <i>L. operculata</i> . Areia - PB, 2016.....	23
Tabela 3.	Resumo das análises de variância e de regressão referente ao conteúdo de massa seca dos frutos (MSF) e sementes (MSS), teor de água das sementes (TA-S) e dos frutos (TA-F) de <i>L. operculata</i> . Areia - PB, 2016...	24
Tabela 4.	Resumo das análises de variância e de regressão referente aos dados biométricos de comprimento (CM-F) e diâmetro dos frutos (DM-F), comprimento (CM-S), largura (LG-S) e espessura das sementes (ES-S) de <i>L. operculata</i> . Areia - PB, 2016.....	25
Tabela 5.	Resumo das análises de variância e de regressão referente aos dados de coloração dos frutos de <i>L. operculata</i> através dos parâmetros “L”, “a” e “b”; pelo croma “c” e o ângulo “h”. Areia - PB, 2016.....	26

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Dados meteorológicos de precipitação (mm) e temperatura (°C) no período de realização do experimento (janeiro a dezembro) dos anos de 2013 e 2014 em Areia – PB, 2016. Fonte: Estação Meteorológica de Areia - PB/INMET/3°DISME/82696.....	16
Figura 2.	Marcação das flores femininas em antese (A) e frutos em desenvolvimento (B) de <i>L. operculata</i> . Areia - PB, 2016.....	17
Figura 3.	Comprimento (A) e diâmetro (B) dos frutos de <i>L. operculata</i> colhidos em função dos dias após a antese durante os anos de 2013 e 2014, respectivamente. Areia - PB, 2016.....	27
Figura 4.	Comprimento (A), largura (B) e espessura (C) das sementes de <i>L. operculata</i> colhidas em função dos dias após a antese durante os anos de 2013 e 2014, respectivamente. Areia - PB, 2016.....	29
Figura 5.	Coloração dos frutos de <i>L. operculata</i> , analisados pelos parâmetros “L”, “a”, “b”, pelo croma “c” e ângulo hue “h”; colhidos em função dos dias após a antese durante os anos de 2013 (A) e 2014 (B). Areia - PB, 2016....	31
Figura 6.	Modificações ocorridas na coloração dos frutos de <i>L. operculata</i> durante a maturação, sendo caracterizada a antese 0 (A), 10 (B), 15 (C), 20 (D), 25 (E), 30 (F), 35 (G), 40 (H), 45 (I), 50 (J), 55 (L) e 60 (M) dias após a antese; Areia - PB, 2016.....	33
Figura 7.	Modificações ocorridas na coloração das sementes de <i>L. operculata</i> durante a maturação, sendo caracterizada a antese 0 (A), 10 (B), 15 (C), 20 (D), 25 (E), 30 (F), 35 (G), 40 (H), 45 (I), 50 (J), 55 (L) e 60 (M) dias após a antese; Areia - PB, 2016.....	34
Figura 8.	Modificações ocorridas no tamanho e na coloração dos frutos de <i>L. operculata</i> durante os diferentes períodos do processo de maturação. Areia - PB, 2016.....	35
Figura 9.	Modificações ocorridas no tamanho e na coloração das sementes de <i>L. operculata</i> durante os diferentes períodos do processo de maturação. Areia - PB, 2016.....	35
Figura 10.	Teor de água dos frutos de <i>L. operculata</i> colhidos em função dos dias após a antese durante os anos de 2013 e 2014. Areia - PB, 2016.....	36
Figura 11.	Teor de água das sementes de <i>L. operculata</i> colhidas em função dos dias após a antese durante os anos de 2013 e 2014. Areia - PB, 2016.....	37
Figura 12.	Massa seca dos frutos de <i>L. operculata</i> colhidos em função dos dias após a antese durante os anos de 2013 e 2014. Areia - PB, 2016.....	39

Figura 13.	Massa seca das sementes de <i>L. operculata</i> colhidas em função dos dias após a antese durante os anos de 2013 e 2014. Areia - PB, 2016.....	40
Figura 14.	Porcentagem de germinação (%) de sementes de <i>L. operculata</i> colhidas em função dos dias após a antese durante o ano de 2013 e submetidas ou não ao desponte. Areia - PB, 2016.....	42
Figura 15.	Porcentagem de germinação (%) de sementes de <i>L. operculata</i> colhidas em função dos dias após a antese durante o ano de 2014 e submetidas ou não ao desponte. Areia - PB, 2016.....	43
Figura 16.	Porcentagem de sementes dormentes (%) de <i>L. operculata</i> colhidas em função dos dias após a antese durante os anos de 2013 e 2014. Areia - PB, 2016.....	45
Figura 17.	Primeira contagem de germinação (%) de sementes de <i>L. operculata</i> colhidas em função dos dias após a antese durante o ano de 2013 e submetidas ou não ao desponte. Areia - PB, 2016.....	46
Figura 18.	Primeira contagem de germinação (%) de sementes de <i>L. operculata</i> colhidas em função dos dias após a antese durante o ano de 2014 e submetidas ou não ao desponte. Areia - PB, 2016.....	47
Figura 19.	Índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de <i>L. operculata</i> colhidas em função dos dias após a antese durante o ano de 2013 e submetidas ou não ao desponte. Areia - PB, 2016.....	48
Figura 20.	Índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de <i>L. operculata</i> colhidas em função dos dias após a antese durante o ano de 2014 e submetidas ou não ao desponte. Areia - PB, 2016.....	49
Figura 21.	Comprimento do hipocótilo de plântulas de <i>L. operculata</i> oriundas de sementes submetidas ou não ao desponte e colhidas em função dos dias após a antese durante os anos de 2013 (A) e 2014 (B). Areia - PB, 2016....	50
Figura 22.	Comprimento da raiz primária de plântulas de <i>L. operculata</i> oriundas de sementes submetidas ou não ao desponte e colhidas em função dos dias após a antese durante os anos de 2013 (A) e 2014 (B). Areia - PB, 2016....	51
Figura 23.	Massa seca do hipocótilo de plântulas de <i>L. operculata</i> oriundas de sementes submetidas ou não ao desponte e colhidas em função dos dias após a antese durante os anos de 2013 (A) e 2014 (B). Areia - PB, 2016....	52
Figura 24.	Massa seca das raízes de plântulas de <i>L. operculata</i> oriundas de sementes submetidas ou não ao desponte e colhidas em função dos dias após a antese durante os anos de 2013 (A) e 2014 (B). Areia - PB, 2016.....	54

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	xi
LISTA DE FIGURAS.....	xii
RESUMO.....	viii
ABSTRACT.....	ix
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1. Espécie.....	4
2.2. Qualidade Fisiológica.....	6
2.3. Maturação Fisiológica.....	9
2.4. Dormência.....	12
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	16
3.1. Localização do Experimento.....	16
3.2. Implantação do Campo e Práticas de Manejo.....	17
3.3. Marcação das Flores.....	17
3.4. Colheitas.....	18
3.5. Variáveis Analisadas.....	18
3.5.1. Dimensões de frutos e sementes.....	18
3.5.2. Teor de água de frutos e sementes.....	18
3.5.3. Massa seca de frutos e sementes.....	19
3.5.4. Coloração dos frutos.....	19
3.5.5. Teste de germinação.....	19
3.5.6. Testes de vigor.....	20
3.6. Delineamento Experimental e Análise Estatística.....	21
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
4.1. Dimensões de Frutos e Sementes.....	26
4.2. Coloração de Frutos e Sementes.....	30
4.3. Teor de Água de Frutos e Sementes.....	35
4.4. Massa Seca de Frutos e Sementes.....	38

4.5. Teste de Germinação.....	41
4.6. Sementes Dormentes.....	44
4.7. Testes de Vigor.....	45
4.7.1. Primeira contagem de germinação.....	45
4.7.2. Índice de velocidade de germinação.....	47
4.7.3. Comprimento do hipocótilo e da raiz primária de plântulas.....	49
4.7.4. Massa seca do hipocótilo e das raízes de plântulas.....	52
5. CONCLUSÕES.....	55
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	56
ANEXO.....	64

1. INTRODUÇÃO

A espécie *Luffa operculata* (L.) Cogniaux, pertencente a família Cucurbitaceae é popularmente conhecida como cabacinha, bucha, buchinha, buchinha do norte, dentre outros nomes populares (VASQUES et al., 1986; SALVIANO, 1992a; LORENZI e MATOS, 2008; SIMÕES et al., 2010). A sua origem é na América do Sul, a qual é nativa no Brasil, ocorrendo em alguns estados brasileiros, principalmente do Norte e Nordeste, onde tem grande destaque na medicina tradicional, devido aos seus princípios ativos, isocucurbitacina e buchнина, presentes nos frutos, que quando secos são empregados no tratamento de doenças como sinusites e rinites (ADLER, 1999; WEISER et al., 1999). Além disso, também lhes são atribuídas propriedades purgativas, diuréticas, eméticas, mucolíticas, sudoríficas, bem como ação descongestionante (CACERES, 1996; BROCK et al., 2003).

A principal forma de propagação da *L. operculata* é pelas sementes, de forma que a elevada qualidade fisiológica dessas é imprescindível para que ocorra a máxima germinação, o rápido e uniforme estabelecimento das plantas, sendo assim, relevante/primordial a consideração de alguns aspectos importantes, principalmente a época ideal de colheita dos frutos, para isso é fundamental o conhecimento do processo de maturação, o qual permite obter um material de qualidade fisiológica superior. Além disso, o estudo de maturação sempre deve ser considerado nos programas de produção de sementes, seja para melhoramento, conservação ou produção de mudas (IOSSI et al., 2007).

O momento ideal para a colheita dos frutos visando à elevada qualidade das suas sementes é resultante do conhecimento técnico do processo de maturação, que resulta de um conjunto de transformações que ocorrem desde o momento em que o óvulo é fertilizado até a semente atingir o ponto de máxima potencialidade para desempenhar suas funções vitais, ou seja, o ponto de maturidade fisiológica (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012).

O ponto de maturidade fisiológica das sementes varia em função das condições ambientais predominantes, da espécie, cultivar, podendo, em alguns casos, ser associado a modificações nas características dos frutos e sementes, o que facilita a sua identificação no campo, tornando-se importante na produção de sementes, devido aos reflexos diretos em sua qualidade (FIGLIOLIA e PIÑA-RODRIGUES, 1995). O acompanhamento do desenvolvimento das sementes foi realizado em *Calendula officinalis* L. com base nas modificações que ocorrem em algumas características físicas e fisiológicas, como tamanho,

teor de água, conteúdo de massa seca acumulada, germinação e vigor (SILVEIRA et al., 2002).

A partir do ponto de maturidade fisiológica, as únicas transformações evidentes nas sementes passam a ser a progressiva redução do teor de água e a deterioração da semente, uma vez que desse ponto em diante, a semente encontra-se fisiologicamente desligada da planta-mãe, estando apta a desempenhar as funções fisiológicas que lhe são inerentes (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012). Dessa forma, o estabelecimento do ponto de maturidade fisiológica assume grande importância na racionalização das colheitas que objetivem a produção de sementes de elevada qualidade fisiológica e sanitária, visto que, quanto maior o tempo decorrido entre esse ponto e a colheita, mais susceptível está à semente às adversidades climáticas e ao ataque de pragas e microrganismos (MARCOS FILHO, 2015).

Em geral, a qualidade da semente é máxima por ocasião da maturidade fisiológica, ou seja, quando o conteúdo de massa seca é máximo (NASCIMENTO et al., 2006) e, a partir da maturidade fisiológica, tende a ocorrer redução da qualidade das sementes, cuja velocidade de deterioração é influenciada pelos fatores ambientais, especialmente aqueles predominantes na fase final de maturação (POPINIGIS, 1985).

A deterioração é um processo determinado por uma série de alterações fisiológicas, bioquímicas, citológicas e físicas, com início a partir da maturidade fisiológica, de maneira progressiva, determinando a queda da qualidade e culminando com a morte da semente (MARCOS FILHO, 2015). As principais alterações relacionadas ao processo de deterioração são degradação e inativação de enzimas (COPELAND e McDONALD, 2001), redução da atividade respiratória (FERGUSON et al., 1990) e perda de integridade das membranas celulares (McDONALD, 1999).

Em Cucurbitaceae a produção de sementes de alta qualidade depende diretamente do estágio de maturação do fruto e, para evitar a deterioração e perda em sua qualidade torna-se necessário antecipar a colheita para reduzir os riscos de perdas provocados pelas intempéries (VIDIGAL et al., 2006). Esses autores ainda enfatizaram que nas cucurbitáceas, a dificuldade está em identificar a época em que suas sementes atingem o ponto de máxima qualidade fisiológica porque o processo de maturação continua após a colheita dos frutos, atingindo níveis máximos de germinação e vigor após um período de repouso, o qual varia entre as espécies. Marcos Filho (2015) relatou que outro fator que torna mais difícil estabelecer o ponto de maturidade é o crescimento indeterminado das espécies, com consequente

desuniformidade na antese, formando sementes com diferentes graus de maturação em um mesmo indivíduo.

Além disso, algumas espécies da família Cucurbitaceae possuem sementes dormentes, a exemplo daquelas de melancia - *Citrullus lanatus* (Thunb) Mansf. com diferentes ploidias (ARAGÃO et al., 2006), de bucha - *Luffa cylindrica* (MOREIRA et al., 2007; BARROSO et al., 2014) e melão de são-caetano - *Momordica charantia* L. (PARREIRA et al., 2012), sendo que a dormência caracteriza-se como um fenômeno pelo qual as sementes mesmo sendo consideradas viáveis e tendo todas as condições ambientais favoráveis para tanto, deixam de germinar (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012).

Na literatura, o estudo da maturação de sementes tem sido objeto de pesquisas para algumas espécies da família Cucurbitaceae, sempre no intuito de estabelecer a época ideal para a colheita dos frutos e proporcionar melhor qualidade as sementes, como para sementes de melão - *Cucumis melo* L. (GOMES JÚNIOR et al., 2001; DONATO et al., 2015), abóbora híbrida - *Cucurbita moschata*, *Cucurbita maxima* (COSTA et al., 2006; VIDIGAL et al., 2007), maxixe - *Cucumis anguria* L. (MEDEIROS et al., 2010), pepino - *Cucumis sativus* L. (NAKADA et al., 2011), abobrinha Menina Brasileira - *Cucurbita moschata* (MARROCOS et al., 2011), abóbora - *Cucurbita moschata* Duch. (FIGUEIREDO NETO et al., 2012; 2014; 2015).

Diante da escassez de informações relacionadas à maturação de sementes de algumas Cucurbitaceae não tradicionais, objetivou-se avaliar as modificações físicas e fisiológicas de frutos e sementes de *Luffa operculata* (L.) Cogniaux colhidas em 2013 e 2014 com diferentes estádios de maturação, visando identificar o ponto de maturidade fisiológica das sementes e detectar o momento em que essas se tornam dormentes.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Espécie

A família Cucurbitaceae é composta por 850 espécies, tornando-se a segunda família de maior importância econômica (NASCIMENTO, 2009), dentre estas espécies destacam-se as de grande importância para a alimentação humana como a abóbora, chuchu, pepino, melão, melancia e também aquelas com propriedades medicinais, como a *Momordica charantia* ou melão-de-são-caetano (NASEEM e PATIL, 1998) e *Luffa operculata* (L.) Cogniaux ou cabacinha (LORENZI e MATOS, 2008).

O gênero *Luffa* é composto por oito espécies, sendo a palavra *Luffa* proveniente da palavra “Luff” que significa o nome da própria planta em árabe (DI STASI et al., 2002). Inicialmente, em 1759, foi denominada por Linnaeus como *Momordica operculata*; posteriormente no ano de 1978 foi transferida para o gênero *Luffa* por Cogniaux, passando desde então a ser designada como *Luffa operculata* (L.) Cogniaux (SALVIANO, 1992a).

A espécie *Luffa operculata* Cogniaux é uma planta nativa das Américas do Sul e Central, sendo encontrada em extensas áreas do Brasil, principalmente nas regiões Norte e Nordeste, principalmente nos Estados do Amazonas, Ceará, Pernambuco e Bahia, além de outros estados brasileiros como em Goiás, Mato Grosso, Minas Gerais e São Paulo. Esta Cucurbitaceae cresce também em toda a América Cisandina, no Equador, Colômbia, mas é na Guatemala que é cultivada comercialmente (VASQUES et al., 1986; SALVIANO, 1992a; CACERES, 1996).

A planta é classificada botanicamente como trepadeira herbácea, anual, de caule muito ramificado e de forma pentagonal, volúvel, delgado com até 10 metros de comprimento, dotada de gavinhas compridas e vilosas dispostas opostamente às folhas e ramos, as quais são simples, recortadas em três a cinco lóbulos, com base invaginada e pecíolo anguloso, medindo de dois a oito centímetros de comprimento por 3 a 15 cm de largura e sua tonalidade é mais escura na face superior, quando comparada à inferior. As flores são pequenas de coloração amarelo-pálidas com cinco pétalas medindo até dois centímetros e unidas entre si na extremidade proximal, sendo os frutos oblongo-ovóides a fusiformes, de deiscência opercular, pericarpo papiráceo, com cinco séries de espinhos curtos (acúleos), envolvendo um mesocarpo fibroso, frouxo, com três cavidades longitudinais, quando secos são de coloração

amarelo-claro a castanho, percorridos externamente por estrias longitudinais, no seu interior são encontradas numerosas sementes de cor escura, achatadas e lisas (LORENZI e MATOS, 2008).

A *Luffa operculata* Cogniaux possui alguns sinônimos botânicos, tais como *Luffa astorii* Svenson, *Cucumis sepium* G. Mey., *Luffa purgans* (Mart.) Mart., *Luffa quinquefida* (Hook. & Arn.) Seem., *Elaterium quinquefidum* Hook. & Arn., *Momordica purgans* Mart., *Momordica quinquefida* (Hook. & Arn.) Hook. & Arn., *Momordica operculata* L., *Luffa operculata* var. *intermedia* Cogn. Na literatura também há alguns sinônimos populares no Brasil, a exemplo de abobrinha-do-norte, bucha, bucha-dos-paulista, bucheira, buchinha, buchinha-do-norte, buchinha-paulista, cabacinha, cabacinho, purga-de-jão-pais, purga-dos-fracos-da-companhia (LORENZI e MATOS, 2008).

Na América Latina, *L. operculata* também é conhecida como esponjuelo, esponjilla, pachte, pepino de monte, zapallito de monte e cabacito (ALONSO, 2004), cujas propriedades medicinais devem-se a sua composição química, as quais são constituídas essencialmente por glicosídeos (açúcares redutores e não redutores), saponina e resina, além de esteróis livres, ácidos orgânicos e fenóis, destacando-se que na resina foram determinados os princípios ativos cucurbitacina B, cucurbitacina D e isocucurbitacina B (MATOS, 1979).

Essas propriedades conferem à planta poderoso efeito clínico, podendo ser usada no tratamento de doenças como laringites, febre, doenças herpéticas, ascite, doenças oculares, tumores, sífilis, icterícia, tinea e “hidropsia”, ainda acredita-se que tenha propriedades diuréticas, eméticas, mucolíticas, sudoríficas, vermífugas e expectorantes (VASQUES et al, 1986; BROCK et al., 2003).

Os frutos maduros e secos da *L. operculata* são tradicionalmente usados como medicinais, especialmente a bucha fibrosa interna, que possui gosto muito amargo e são esternutatórios, sendo largamente comercializados no comércio local de ervas para os mais diversos fins medicinais, destacando-se que nas práticas caseiras da medicina tradicional do Nordeste é empregada para o tratamento da sinusite e o uso ilegal como abortivo (CACERES, 1996; MATOS, 1999).

A literatura etnofarmacológica cita ainda o seu uso por via oral, através da infusão dos frutos descorticados e sem as sementes para tratar do alcoolismo, febre, picada de cobra, dor ciática, oftalmia crônica, sífilis, tinea, icterícia e hidropisia, enfatizando-se que a inalação do extrato aquoso dos frutos é indicada para aliviar a congestão nasal provocada pela sinusite (LORENZI e MATOS, 2008).

As principais indicações de uso popular da *L. operculata* são no tratamento de rinossinusites crônicas e como agente purgativo, cujas propriedades farmacológicas do extrato são apreciáveis no tratamento das rinossinusites, uma vez que fatores adicionais como a presença de cucurbitacinas, saponinas e outros glicosídeos podem funcionar como substâncias emolientes e detergentes (SALVIANO, 1992a).

O registro mais antigo da *L. operculata* como planta medicinal no Brasil, data de 1841, quando foi citada como agente purgativo, sendo chamada ainda por *Mormodica bucha*, no Guia Médico Brasileiro (MATOS, 1979), sendo que os primeiros produtos farmacêuticos à sua base constam do surgimento das famosas “Pílulas Purgativas de Resina de Batata e Momordica bucha do Cirurgião Mattos” (popularmente conhecidas como “pílulas do mato”), registradas em 1888 na Inspeção Federal de Saúde, órgão que mais tarde deu origem à Divisão Nacional de Vigilância Sanitária de Medicamentos (DIMED), atual ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) (VASQUES et al., 1986).

Atualmente, o único medicamento autorizado pela ANVISA e disponível comercialmente no Brasil, à base de *L. operculata* para tratamento das rinossinusites é um composto de marca comercial Sinustrat®, no entanto, nos Estados Unidos e na Europa, principalmente na Alemanha há vários medicamentos alopáticos e homeopáticos para as rinossinusites à sua base disponíveis comercialmente (SALVIANO, 1992b).

2.2. Qualidade Fisiológica

A qualidade das sementes pode ser definida como o somatório de todos os atributos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários que afetam a sua capacidade de originar um estande em campo mais uniforme, constituído de plantas de alta produtividade, vigorosas e livres de plantas invasoras ou indesejáveis (POPINIGIS, 1985). Ainda segundo o autor, a qualidade fisiológica está relacionada à capacidade das sementes em desenvolver as suas funções vitais, ou seja, promover bons subsídios à germinação, ao vigor e a longevidade.

A alta qualidade da semente reflete diretamente no resultado final da cultura, em termos de ausência das moléstias transmitidas, alto vigor das plantas, maior produtividade e uniformidade da população (BRACCINI et al., 1999). A qualidade fisiológica das sementes é influenciada pelas características genéticas herdadas de seus progenitores, além da germinação e do vigor, sendo estes fatores afetados pelas condições ambientais, métodos de

colheita, secagem, processamento, tratamento, armazenamento e embalagem (ANDRADE et al., 2001).

Os locais e a época de cultivo também influenciam a qualidade das sementes, uma vez que fatores como temperatura, umidade do ar, precipitação e fotoperíodo variam com a estação do ano e a latitude das regiões (MOTTA et al., 2002), destacando-se dentre os fatores que afetam a qualidade fisiológica das sementes, a época da colheita, uma vez que aquelas colhidas antes ou após a maturidade fisiológica podem ter menor potencial de germinação e vigor (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012).

O estudo dos fatores capazes de afetar a qualidade das sementes torna-se crucial porque os atributos fisiológicos das sementes são de grande importância, envolvendo o metabolismo da semente para expressar o seu potencial em relação aos processos de germinação, dormência e vigor (LUCCA FILHO, 2001). Além disso, o componente fisiológico está diretamente relacionado a mudanças de origem bioquímica, fisiológica e física após a maturação, as quais estão associadas ao potencial de longevidade da semente e a sua capacidade de gerar uma planta perfeita e vigorosa (ABDUL-BAKI e ANDERSON, 1972).

Uma semente considerada de alta qualidade é aquela com elevada capacidade germinativa e vigor, teor de água adequado e boa aparência geral, uma vez que esses fatores, devidamente balanceados, proporcionam maior homogeneidade de população, alto vigor das plantas e, conseqüentemente, maior qualidade e produtividade (MARCOS FILHO, 2015). A qualidade da semente ainda está associada a características produtivas, porque aquelas de melhor qualidade propiciam a maximização da ação dos demais insumos e fatores de produção empregados na lavoura (SOUZA et al., 2007).

Entre os métodos disponíveis para avaliar a qualidade das sementes se destacam os testes de germinação e vigor como envelhecimento acelerado e condutividade elétrica (SOUZA et al., 2007), sendo o teste de germinação o principal para avaliação da qualidade fisiológica das sementes porque permite conhecer o potencial de germinação de um lote em condições favoráveis (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012). Entretanto, para avaliação da qualidade fisiológica através do teste de germinação há algumas limitações por fornecer resultados que superestimam o potencial fisiológico das sementes, devido ao fato de ser conduzido em condições ideais e artificiais, uma vez que as condições adversas como umidade do solo, clima, competição, podem impor uma desuniformidade entre os resultados do teste de germinação e emergência em campo (HILHORST et al., 2001).

Apesar das limitações do teste de germinação, este ainda constitui a variável mais utilizada para avaliação da qualidade fisiológica das sementes porque permite conhecer o potencial de germinação de um lote de sementes, mesmo sendo em condições favoráveis, o que determina a taxa de semeadura para a comparação de lotes de sementes e comercialização (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012), para isso, o teste deve seguir um procedimento padrão recomendado pelas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

Para complementar as informações fornecidas pelo teste padrão de germinação estão os testes de vigor, que têm se tornado cada vez mais comuns para a determinação da qualidade fisiológica de sementes, uma vez que a redução no vigor precede à da germinação, destacando que estes testes podem ser físicos, mediante avaliação de aspectos morfológicos das sementes, fisiológicos, como velocidade de germinação, bioquímicos, como teste de respiração e tetrazólio e testes de resistência, dentre os quais se destaca o envelhecimento acelerado (MARCOS FILHO, 1999).

Quando os testes de vigor forem utilizados, a semelhança do potencial germinativo entre lotes de sementes é fator fundamental para determinação da diferença no vigor porque se a diferença for muito acentuada na porcentagem de germinação, o próprio teste de germinação, conduzido em condições ótimas, consegue detectar diferença no potencial fisiológico das sementes (MARCOS FILHO e NOVEMBRE, 2009).

Mesmo que alguns testes de vigor não sejam reconhecidos pelas Regras para Análise de Sementes, devido à falta de metodologias padronizadas (BRASIL, 2009), estes são utilizados pelas empresas produtoras de sementes com inúmeras finalidades, sendo a principal delas a determinação do potencial fisiológico das mesmas (MARCOS FILHO, 2015). Em todo programa de controle de qualidade das sementes de uma determinada espécie deve-se incluir o vigor como característica a ser avaliada, em condições de laboratório. Dos vários testes de vigor, um dos mais indicados para ser utilizado em um programa de qualidade de sementes é o teste de envelhecimento acelerado (MARCOS FILHO et al., 2001), o qual é capaz de separar lotes de sementes da mesma espécie de acordo com o potencial das sementes quanto à formação de plântulas normais em condições adversas.

2.3. Maturação Fisiológica

A real qualidade de um lote de sementes no campo constitui um perfil das condições em que essas foram produzidas, podendo expressar o seu máximo potencial, mas para isso a tecnologia de sementes tem forte contribuição, atribuindo valores a qualidade das sementes, principalmente durante a sua maturação, uma vez que a qualidade fisiológica é afetada diretamente pela época de colheita e determinada pela maturidade fisiológica (FIGLIOLIA, 1995). Portanto, em tecnologia de sementes, o estudo da maturação é realizado com o objetivo de determinar o ponto ideal de colheita, visando à produção e a qualidade das sementes (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012). Dessa forma, o estudo da maturação fisiológica é importante porque é uma forma de se conhecer o comportamento das espécies no tocante à sua reprodução, possibilitando, assim, prever o estabelecimento e a época adequada de colheita (GEMAQUE et al., 2002).

O processo de maturação das sementes compreende um conjunto de transformações que tem início a partir da fecundação do óvulo, o qual passa por uma série de modificações morfológicas, bioquímicas, fisiológicas e funcionais, que culminam com a formação da semente madura (GEMAQUE et al., 2002), tais como aumento de tamanho, modificações no teor de água, acúmulo de massa seca, modificações na germinação e no vigor (BARROS et al., 2002). Esse processo é controlado geneticamente e compreende um conjunto de etapas sucessivas para a preparação e o sucesso da futura germinação, que é caracterizada pela síntese e acúmulo de reservas, posteriormente mobilizadas durante a germinação, conduzindo a retomada do crescimento e a formação de uma plântula (MARCOS FILHO, 2015).

Quando as sementes atingem a máxima potencialidade de desempenhar suas funções vitais é caracterizado o ponto de maturidade fisiológica e, a partir daí a semente encontra-se fisiologicamente desligada da planta-mãe, recebendo nada ou quase nada dos fotossintetizados produzidos e estando apta a desempenhar as funções fisiológicas que lhe são inerentes (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012).

Quando a semente atinge o “ponto de maturidade fisiológica”, as únicas transformações evidentes que ocorrem passam a ser a progressiva redução do teor de água e a sua deterioração (COSTA et al., 2006). Dessa forma, o estabelecimento do ponto de maturidade fisiológica da semente assume grande importância na racionalização das colheitas que objetivem a produção de sementes de elevada qualidade fisiológica e sanitária, visto que, quanto maior o tempo decorrido entre esse ponto e a colheita, mais sujeita está a semente às

adversidades climáticas e ao ataque de pragas e microorganismos, de forma que a sua permanência na planta-mãe compromete a sua qualidade, pelo fato de corresponder a um armazenamento no campo, sujeito às variações climáticas, diurnas e noturnas, iniciando-se, assim, o processo de deterioração das sementes, cuja velocidade é influenciada pelas condições ambientais (POPINIGIS, 1985).

A partir da maturidade fisiológica, a tendência é ocorrer redução da qualidade das sementes, cuja velocidade de deterioração é influenciada pelos fatores ambientais, especialmente aqueles predominantes na fase final de maturação (PEDROSO et al., 2008). A impossibilidade de se efetuar a colheita no momento adequado ou a possível negligência do produtor pode determinar a permanência das sementes no campo por um período muito prolongado, contribuindo assim para o decréscimo do potencial fisiológico, com velocidade e intensidade diretamente dependentes dos níveis de adversidade ou de estresse, acelerando a morte das sementes ainda presas a planta-mãe (MARCOS FILHO, 2015).

Portanto, deve-se ficar atento ao momento adequado para a colheita das sementes de uma determinada espécie, o qual pode ser identificado por algumas características como coloração e tamanho dos frutos, teor de água, massa seca, germinação e vigor das sementes (CASTRO et al., 2008). Ainda salienta-se que o momento ideal de colheita pode variar em função da espécie e local, das condições ambientais predominantes, havendo, a necessidade de estabelecimento de características que permitam a definição da época adequada de colheita, denominados de índices de maturação (PIÑA-RODRIGUES e AGUIAR, 1993). Apesar da coloração do fruto ser uma característica subjetiva, também pode ser usada como um indicativo de maturidade fisiológica das sementes (SOUZA e LIMA, 1985).

A maturidade fisiológica é atingida quando as sementes se encontram com os valores máximos de germinação, vigor e conteúdo de massa seca, de forma que o estudo da maturação objetiva justamente determinar, para cada espécie, como e quando ela é atingida, visando à máxima produção e qualidade das sementes (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012).

Os primeiros critérios propostos e aceitos para o estudo da maturação das sementes incluíram o período de tempo decorrido após a semeadura ou emergência das plântulas ou o número de dias após o início do florescimento, teor de água das sementes e aspectos morfológicos da planta, frutos e/ou sementes durante a senescência, de forma que durante muito tempo não havia disponibilidade de informações definindo índices indicadores da evolução do processo. Apesar desses índices estarem definidos, ainda existem controvérsias quanto a identificação do momento exato em que ocorre a maturidade fisiológica das

sementes, no entanto, a polêmica tem sido que a maturidade é caracterizada pelo máximo acúmulo de massa seca, bem como alguns autores defendem que esta é alcançada quando não mais ocorrem acréscimos significativos na massa seca das sementes (MARCOS FILHO, 2015).

Porém, o estudo da maturação e principalmente, a determinação do ponto de maturidade fisiológica das sementes, é de grande importância para obtenção de lotes com excelente vigor. A qualidade fisiológica das sementes é muito prejudicada quando a colheita é feita antes de atingir a maturidade fisiológica ou após este estágio. Além disso, dependendo da espécie, pode ocorrer grande diferença quanto ao desenvolvimento do processo de maturação, podendo-se observar, em uma mesma planta e na mesma época, estágios diferentes de maturação, incluindo a presença de flores (BARBOSA et al., 2015).

A maturação das sementes pode ainda ser influenciada pela temperatura ambiente, sofrendo aceleração ou retardamento, especialmente em determinados estágios de maturação (PIÑA-RODRIGUES, 1986). De modo geral, o clima e as diferenças geográficas, peculiares a cada região, têm grande influência sobre a maturação, podendo determinar a retenção dos frutos nos galhos ou provocar a sua queda antes destes completarem o seu desenvolvimento (CARVALHO et al., 1980).

Com relação às variações fisiológicas, teoricamente a porcentagem de sementes aptas a germinar é crescente durante a maturação, atingindo nível máximo em época próxima à paralisação do fluxo de massa seca da planta para a semente (DIAS e NASCIMENTO, 2009). O mesmo também ocorre para o vigor das sementes, ou seja, a proporção de sementes vigorosas aumenta com o decorrer da maturação (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012). Além disso a maturação, juntamente com a desidratação das sementes favorece a formação de plântulas normais (BEWLEY e BLACK, 1994), uma vez que termina com certo grau de desidratação das sementes, resultando em redução gradual no metabolismo, como perda de água dos tecidos das sementes e o embrião passa para um estado metabolicamente inativo ou quiescente (KERMODE, 1995).

Em geral, o estudo sobre a maturação das sementes baseia-se na avaliação de parâmetros morfo-fisiológicos, considerando o período compreendido desde o início do florescimento até o fim do processo de frutificação das espécies, no entanto, a qualidade depende da procedência quanto à formação do lote por ocasião da colheita (BARBOSA et al., 2015).

Tem sido recorrente na literatura o estudo do processo de maturação das sementes de algumas espécies, tanto para as florestais as tradicionalmente cultivadas, no entanto, para as sementes de *Luffa operculata* essas informações são ainda escassas, ocorrendo alguns resultados para poucas espécies pertencentes à mesma família, ou seja, Cucurbitaceae, de modo a estabelecer o seu ponto de colheita, como visualizado nas sementes de abóbora híbrida (*Cucurbita maxima* e *Cucurbita moschata*) as quais podem ser colhidas de frutos a partir de 40 dias após a polinização (COSTA et al., 2006), ou aos 98 dias após a semeadura, quando ocorreu o maior acúmulo de massa seca (VIDIGAL et al., 2007).

Ainda em abóbora (*Cucurbita moschata* Duch) a maturidade fisiológica das sementes ocorreu aos 50 dias após a antese (DAA), embora a colheita dos frutos seja recomendada entre 50 e 60 DAA, devido à redução do seu teor de água (FIGUEIREDO NETO et al., 2012; 2014; 2015).

O estudo da maturação fisiológica também foi constatado para outras espécies da família Cucurbitaceae, a exemplo das sementes de maxixe (*Cucumis anguria* L.) quando aos 32 dias após a antese foi atingida a sua maturidade fisiológica, sendo a colheita recomendada aos 35 a 40 dias, momento em que o teor de água era menor (MEDEIROS et al., 2010). Para abobrinha Menina brasileira (*Cucurbita moschata* Duch) observou-se acréscimos na qualidade fisiológica das sementes durante a maturação, sendo em torno dos 60 dias após a antese estas alcançaram a maturidade, porém a sua colheita pode ser realizada até os 50 e 60 dias (MARROCOS et al., 2011).

A colheita de sementes de pepino híbrido Ômega (*Cucumis sativus*) pode ser realizada aos 45 e 50 dias após a antese para que a melhor qualidade fisiológica das sementes sejam mantidas (NAKADA et al., 2011). As sementes de melão cultivar Hales Best Jumbo (*Cucumis melo* L.) possuem maior qualidade fisiológica com o avanço do estágio de maturação dos frutos, sendo recomendada a colheita das sementes obtidas de frutos amarelos e que tenham a epiderme rendilhada e em estágio avançado de maturação (DONATO et al., 2015).

2.4. Dormência

A utilização de sementes é a maneira mais usual de propagação das espécies e também considerada mais fácil e econômica quando comparada a propagação vegetativa e

micropropagação (SILVEIRA et al., 2002). Porém, o sucesso na utilização de sementes depende de uma germinação rápida e uniforme, seguida pela rápida emergência das plântulas, uma vez que quanto mais tempo a plântula demorar a emergir e permanecer nos estádios iniciais de desenvolvimento, mais vulnerável estará exposta às condições adversas do ambiente (MARTINS et al., 2000).

A germinação envolve uma série de processos metabólicos, os quais ocorrem de forma programada, recebendo influência de condições externas e internas as sementes, cujas substâncias em determinadas concentrações podem inibir o processo de germinação (CARNEIRO et al. 2001). Algumas sementes não germinam mesmo quando colocadas em condições ambientais aparentemente favoráveis, pelo fato de ter alguma restrição interna ou sistêmica a germinação, causada por um bloqueio situado na própria semente ou na unidade de dispersão (CARDOSO, 2004).

Após as sementes atingirem a maturidade fisiológica ocorre redução no seu metabolismo, com a permanência em estado de latência ou criptobiose, sendo típico de organismos ou estruturas anidrobióticas, como as sementes, os esporos e os grãos de pólen; nesse período de repouso prevalece a deficiência hídrica e a não tradução da mensagem genética que promove a germinação nas sementes e estas são identificadas como quiescentes. Por outro lado, diante da presença de inibidores químicos ou havendo indução de alterações metabólicas que bloqueiam a transcrição da mensagem genética é estabelecido o estado de dormência (MARCOS FILHO, 2015).

A dormência foi descrita por Bewley e Black (1994) como sendo um estado em que as sementes aptas a germinar suspendem temporariamente o processo de desenvolvimento embrionário até que todas as condições externas ordinariamente consideradas necessárias ao seu crescimento sejam atendidas. Para Fowler e Bianchetti (2000), a dormência é uma estratégia natural de sobrevivência da semente no solo após maturação e dispersão, com o objetivo de garantir a perpetuação da espécie, ou seja, adaptação para a sobrevivência das espécies em longo prazo, enquanto Carvalho e Nakagawa (2012) descreveram a dormência como sendo um fenômeno pelo qual as sementes de uma determinada espécie, mesmo sendo viáveis e tendo todas as condições ambientais favoráveis para tanto, deixam de germinar.

Em um melhor entendimento deve-se considerar que durante o desenvolvimento do processo germinativo mecanismos internos modulam a germinação das sementes, os quais atuam não somente em função das condições ambientais vigentes, mas também em função das características intrínsecas da espécie, que permitirão a emergência em momentos mais

apropriados para o crescimento e o desenvolvimento do futuro indivíduo, cujo meio de controle da germinação é chamado de dormência (BORGHETTI, 2004).

Deve-se ressaltar que a dormência de sementes é um fator importante na dinâmica de populações naturais e está relacionada à adaptação dos indivíduos a ambientes heterogêneos e a variabilidade presente na natureza, sendo importante para a sobrevivência das próprias populações (VEASEY et al., 2000), sendo vantajosa para a perpetuação e o estabelecimento de muitas espécies vegetais nos mais variados ambientes (ZAIDAN e BARBEDO, 2004). No entanto, a dormência garante não somente que ocorra a germinação das sementes, mas também que o desenvolvimento das plântulas ocorra na época e nos locais mais vantajosos (BASKIN e BASKIN, 1985; BEWLEY e BLACK, 1994). Sendo uma estratégia benéfica às sementes, pela distribuição da germinação ao longo do tempo, aumentando, assim, a probabilidade de sobrevivência das espécies (FOWLER e BIANCHETTI, 2000).

O fenômeno de dormência ainda é controlado por alguns mecanismos, sabendo-se que existem pelo menos três funcionando de maneira altamente integrada com as diversas estruturas das sementes, com vários agentes ambientais de imposição, manutenção e remoção da dormência, bem como entre si, sendo os mecanismos ou sistemas classificados em sistemas de controle de água no interior da semente, sistema do controle do desenvolvimento do eixo embrionário e o sistema de controle de equilíbrio entre substâncias promotoras e inibidoras de crescimento (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012).

As causas de dormência das sementes foram descritas por Baskin e Baskin (2004) como embrião imaturo, morfológica, semente dispersa com embrião diferenciado, porém subdesenvolvido quanto o tamanho, morfofisiológica, embrião subdesenvolvido e algum componente fisiológico que requer tratamento para a superação da dormência, física, quando há algum impedimento físico para a entrada de água e dormência combinada, quando há o bloqueio físico da entrada de água e embrião imaturo. Lago e Martins (1998) ressaltaram que existem diferentes tipos de dormência associado às sementes, nas quais se destacam a impermeabilidade à água e trocas gasosas, resistência mecânica, imaturidade fisiológica e substâncias inibidoras, portanto, a associação em conjunto de diferentes métodos de superação de dormência pode trazer respostas positivas.

Embora a dormência seja necessária para aumentar as chances de sobrevivência da espécie, esse mecanismo dificulta a análise de sementes em laboratório e a produção de mudas em viveiros (BRANCALION et al., 2011). Diante da enorme biodiversidade do Brasil, existem poucas informações sobre as espécies nativas quanto as suas formas de propagação

(MARANHO e PAIVA, 2012). Porém, é muito frequente serem constatados a presença de sementes dormentes nessas espécies (SILVA et al., 2009).

A dormência é um fenômeno que afeta as sementes de algumas famílias botânicas e nas Cucurbitaceae é tegumentar, impedindo que as suas sementes absorvam a água e iniciem o processo germinativo. Segundo Aragão et al. (2006) nas sementes de melancia (*Citrullus lanatus*) foi constatada dormência, sendo um dos principais entraves a produção dessa Cucurbitaceae. Nas sementes de bucha (*Luffa cylindrica* Roemer) também se constatou dormência causada pela impermeabilidade do tegumento e, os principais métodos para superá-la é o uso de lixa e desponte do tegumento na região oposta ao hilo (MOREIRA et al., 2007).

A cabacinha (*Luffa operculata*) comprovadamente possui sementes dormentes e a principal causa está relacionada ao seu tegumento que contém células espessas e de difícil penetração da água ao interior das suas sementes, sendo necessária a superação da dormência por meio de escarificação com lixa ou desponte com tesoura, podendo ainda em seguida fazer a embebição das sementes em água fria por 12 horas, para que a mesma seja superada e possa ocorrer a germinação (ARAÚJO et al., 2015).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Localização do Experimento

A pesquisa foi realizada na área experimental do Setor de Olericultura pertencente ao Departamento de Fitotecnia e Ciências Ambientais, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba (CCA-UFPB), no município de Areia - PB, na Microrregião do Brejo Paraibano, com altitude de 574,62 m. Pela classificação bioclimática de Koppen, o clima é do tipo As' (quente e úmido) com chuva durante o período outono-inverno (BRASIL, 1972). O solo da área experimental foi classificado como Neossolo Regolítico, Psamítico típico e textura franca-arenosa (EMBRAPA, 2006).

As atividades de campo foram conduzidas no período de agosto a janeiro dos anos agrícolas 2013 e 2014, sendo que durante a condução do experimento foram coletados dados mensais de precipitação pluviométrica e temperatura, na estação meteorológica do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) no CCA/UFPB (Figura 1).

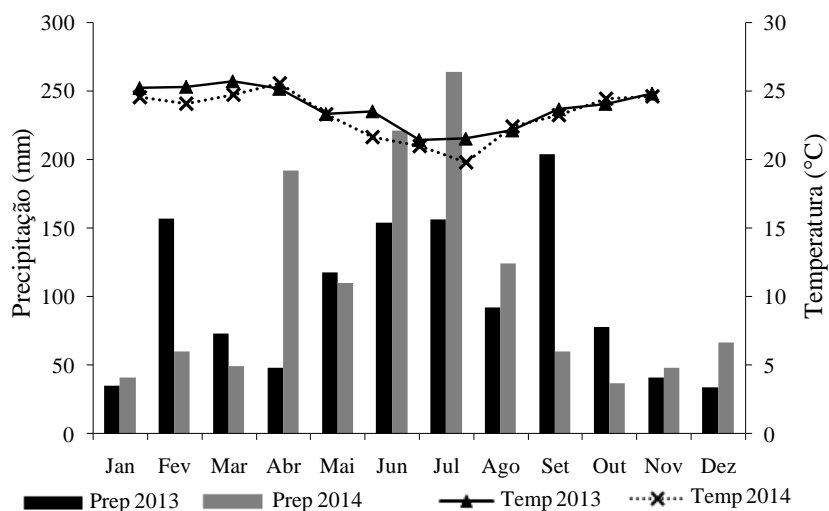


Figura 1. Dados meteorológicos de precipitação (mm) e temperatura (°C) no período de realização do experimento (janeiro a dezembro) dos anos de 2013 e 2014 em Areia - PB, 2016.

Fonte: Estação Meteorológica de Areia - PB/INMET/3°DISME/82696.

3.2. Implantação do Campo e Práticas de Manejo

Os campos experimentais constaram de quatro fileiras de 20 m cada, com espaçamento 1 x 1 m, totalizando 80 plantas (Figura 2), no preparo do solo realizou-se aração manual e posterior confecção dos leirões com 0,5 m de altura e, logo após foi realizada a adubação orgânica com esterco bovino curtido distribuído na proporção de 1 t ha⁻¹, sendo sete dias antes da semeadura. As mudas de *L. operculata* foram produzidas com sementes colhidas de plantas localizadas no município de Lagoa de Velhos, RN, as quais foram submetidas ao despolpa e semeadas em bandejas de poliestireno com 100 células, utilizando o substrato comercial Basaplast® até atingirem a idade de aproximadamente 15 dias após o semeio. Para a orientação do crescimento das plantas, 30 dias após o transplante foi implantado o sistema de tutoramento tradicional com o uso de arame, vara de bambu e barbante.

Durante a condução do trabalho foram executadas capinas manuais com o auxílio de enxadas, para manter a área livre de plantas espontâneas e, as regas foram através do sistema de aspersão e quando necessário para a suplementação de água. Na eliminação de pragas não foi adotada nenhuma medida, sendo a maior incidência observada durante o ano de 2014.

3.3. Marcação das Flores

Durante a antese das flores femininas, aproximadamente 60 dias após o transplante, procedeu-se o início da marcação, por meio do uso de fitas coloridas de cetim, sendo realizada individualmente para cada flor e a cada dois dias, estendendo-se até o término da floração (Figura 2).



Figura 2. Marcação das flores femininas em antese (A) e frutos em desenvolvimento (B) de *L. operculata*. Areia - PB, 2016.

3.4. Colheitas

As flores etiquetadas foram monitoradas, sendo que quando os frutos estavam formados e desenvolvidos foram colhidos, ou seja, com idade de 10 dias após a antese, nesse momento foi caracterizada a ocasião em que às sementes eram separadas dos frutos. As colheitas iniciadas aos 10 dias após a antese (DAA), prolongaram-se até os 60 dias no ano de 2013 e 40 dias em 2014, sendo intercaladas de cinco dias entre cada colheita. Com o auxílio de uma tesoura foram coletados 20 frutos por período, os quais foram acondicionados em embalagens plásticas e levados ao Laboratório de Análise de Sementes (LAS), do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, onde os lóbulos de cada fruto foram abertos manualmente com o auxílio de uma faca de serra e as sementes retiradas para em seguida, serem aplicados testes para a determinação dos indicativos fisiológicos da maturação da espécie em estudo.

3.5. Variáveis Analisadas

3.5.1. Dimensões de frutos e sementes

Com o auxílio de um paquímetro digital de precisão de 0,01 mm foram mensurados o comprimento e diâmetro dos frutos, além do comprimento, largura e espessura das sementes, cujas mensurações iniciaram-se aos 10 estendendo-se até os 60 DAA para as avaliações em 2013 e 40 DAA para as avaliações em 2014. Para cada colheita utilizou-se quatro repetições de cinco frutos para os anos de 2013 e 2014, enquanto nas sementes foram quatro de 25 em ambos os anos, para cada período coletado, sendo os resultados expressos em milímetros.

3.5.2. Teor de água de frutos e sementes

O teor de água dos frutos e sementes de *L. operculata* foi determinado pelo método da estufa a 105 ± 3 °C, durante 24 horas (BRASIL, 2009), sendo utilizado quatro repetições com um fruto por repetição, cada fruto foi previamente seccionado e dividido em quatro porções para assim facilitar a retirada da água do interior dos frutos, principalmente nos estádios iniciais, uma vez que havia uma grande quantidade e as estruturas dos frutos constituíam uma barreira protetora, impedindo a completa retirada de água. Nas sementes foram utilizadas

quatro repetições com 10 sementes, sendo realizado para cada período de coleta durante os dois anos de análises.

3.5.3. Massa seca de frutos e sementes

A massa seca dos frutos e sementes de *L. operculata* foi determinada conjuntamente com o teor de água, determinando-se os valores para cada período de colheita, ou seja, dos 10 aos 60 DAA em 2013 e 10 aos 40 DAA em 2014. Os frutos e sementes foram postos para secar em cápsulas de alumínio com estufa regulada a 105 ± 3 °C durante 24 horas, em seguida, a massa foi pesada em balança analítica e os resultados expressos em gramas (GUIMARÃES et al., 1998).

3.5.4. Coloração dos frutos

Para a coloração externa foram utilizadas quatro repetições de quatro frutos com leituras em três porções equidistantes de cada um (proximal, mediana e distal à planta-mãe), com colorímetro Chroma meter (Minolta CR300) e expressa pelo sistema com escala CIELAB (L^* , a^* , b^*). As medições da coloração foram expressas em termos de valor, onde L = luminosidade: 0 (cor preta) a 100 (cor branca); a^* = define a transição da cor verde (-60,0) para a cor vermelha (+60,0); b^* = define a transição da cor azul (-60) para a cor amarela (+60); c^* = representa a vividez da cor (cor vívida a pálida) e ângulo Hue ou matiz ($^{\circ}h^*$ = corresponde a intensidade da cor clara ou escura), segundo Olesen et al. (2003).

3.5.5. Teste de germinação

Ao término de cada colheita, 100 sementes de *L. operculata* foram submetidas ao desponte (pequeno corte com o auxílio de um cortador de unha) na região distal ao hilo, no intuito de superar a dormência tegumentar, compondo o lote de sementes despontadas (com desponte). O outro lote foi formado pelas sementes que não foram despontadas (sem desponte), ou seja, sem nenhum tratamento preliminar. Logo após a extração, as sementes foram postas para secar sobre duas folhas de papel toalha em condições ambiente de laboratório (temperatura de 28 °C e 75% de umidade relativa do ar) para a remoção do excesso de água por um período de aproximadamente uma hora, principalmente nos estádios iniciais da maturação.

Em seguida, as sementes com e sem desponte foram distribuídas em quatro repetições de 25 sementes sob rolos de papel toalha umedecidos com água destilada na quantidade equivalente a 2,5 vezes a sua massa seca. Os rolos foram acondicionados em sacos plásticos transparentes, de 0,04 mm de espessura para evitar a perda de umidade e, mantidos em germinador do tipo *Biological Oxygen Demand* (B.O.D.), com temperatura constante de 30 °C e fotoperíodo de 8/16 horas de luz e escuro durante oito dias (ARAÚJO et al., 2015).

3.5.6. Testes de vigor

3.5.6.1. Primeira contagem de germinação

Realizado conjuntamente com o teste de germinação, computando-se a porcentagem de plântulas normais no quarto dia após a instalação do teste, sendo consideradas germinadas as sementes que haviam emitido a raiz primária e o hipocótilo aparentemente saudáveis e perfeitos (ARAÚJO et al., 2015).

3.5.6.2. Índice de velocidade de germinação

O índice de velocidade de germinação (IVG) foi conduzido conjuntamente ao teste de germinação, com contagens do quarto ao oitavo dia após a semeadura registrando diariamente, no mesmo horário, o número de plântulas normais, ou seja, aquelas que possuíam as suas estruturas essenciais perfeitas e livres de doenças (BRASIL, 2013) e, o índice calculado conforme a fórmula proposta por Maguire (1962).

3.5.6.3. Comprimento do hipocótilo e raiz primária

Com o auxílio de uma régua graduada em centímetros, o hipocótilo e a raiz primária das plântulas normais de cada época de colheita e repetição foram medidos e os resultados expressos em cm plântula⁻¹.

3.5.6.4. Massa seca do hipocótilo e das raízes

Após o término do teste de germinação e da mensuração do comprimento, o hipocótilo e as raízes das plântulas normais foram acondicionados em sacos de papel do tipo Kraft e

colocados em estufa com circulação de ar forçada, regulada a temperatura de 65 °C até atingir peso constante; em seguida, a massa foi pesada em balança analítica com precisão de 0,001 g e os resultados expressos em mg plântula⁻¹ (NAKAGAWA, 1999).

3.6. Delineamento Experimental e Análise Estatística

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente ao acaso e os fatores avaliados foram dois métodos de superação da dormência (sementes com desponte e sem desponte) e dias após a antese (DAA), sendo 11 em 2013 (10 a 60 DAA) e 7 em 2014 (10 a 40 DAA) distribuídos em quatro repetições e a unidade experimental constituída de 100 sementes. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância conjunta para os dois anos e as variáveis referentes à porcentagem e primeira contagem de germinação à análise logística binomial onde foram utilizados os modelos de maior ordem (R^2). Aplicou-se regressão polinomial para os dias após a antese enquanto para dormência e anos aplicou-se o teste F ($p \leq 0,05$), por meio do software SAS/STAT[®] versão 9.3 (SAS, 2011).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 encontram-se os resultados da análise de variância (ANOVA), pelos quais se observa diferenças significativas a 1% de probabilidade para as variáveis de germinação, primeira contagem e índice de velocidade de germinação e sementes dormentes, evidenciando o efeito da dormência (D), dos dias após a antese (DAA) e também do ano (A) sobre estes testes, com exceção da primeira contagem e do índice de velocidade de germinação sobre o ano.

Tabela 1. Resumo das análises de variância e de regressão referente à porcentagem (G), primeira contagem (PC) e índice de velocidade de germinação (IVG) e sementes dormentes (SD) de *L. operculata*. Areia - PB, 2016.

FV	gL	G (%)	PC (%)	IVG	SD (%)
Dormência (D)	1	37537,70**	45710,51**	164,57**	38763,73**
Dias após a antese (DAA)	10	12246,64**	11104,16**	46,68**	9248,32**
Ano (A)	1	279,27**	41,86 ^{ns}	0,30 ^{ns}	3140,44**
D x DAA	10	2968,61**	33256,63**	11,33**	403,08**
D x A	1	4306,94**	3872,92**	17,29**	5003,24**
DAA x A	6	2053,22**	1904,30**	8,90**	2112,67**
D x DAA x A	6	1431,75**	1206,99**	4,58**	1455,46**
Resíduo	96	23,74	23,49	0,09	44,38
CV (%)		13,22	12,36	11,94	15,15
Médias		36,65 (%)	39,42 (%)	2,49	43,98 (%)
DAA L/13 COM	1	67431,38**	69980,46**	265,55**	37057,83**
DAA Q/13 COM	1	4613,18**	4086,55**	21,86**	8769,29**
DAA L/13 SEM	1	9700,81**	8483,24**	38,56**	380,18**
DAA Q/13 SEM	1	17909,56**	11374,56**	63,34**	21205,70**
DAA L/14 COM	1	37978,77**	35939,13**	143,52**	23017,25**
DAA Q/14 COM	1	57,22 ^{ns}	67,08 ^{ns}	0,20 ^{ns}	3094,79**
DAA L/14 SEM	1	510,99**	208,19*	1,89**	112,37 ^{ns}
DAA Q/14 SEM	1	1060,20**	600,10**	4,11**	11037,75**

Significativo a 1% de probabilidade (**), 5% de probabilidade (*) e não significativo (^{ns}) pelo teste F.

L: Modelo estatístico linear; Q: Modelo estatístico quadrático; 13: Ensaios realizados no ano de 2013; 14: Ensaios realizados no ano de 2014; COM: Sementes com desponte; SEM: Sementes sem desponte.

Nas análises das interações entre os fatores dormência, dias após a antese e ano agrícola também constatou-se significância a 1% de probabilidade, demonstrando que o processo de maturação das sementes de *L. operculata* sofre interferência ou mudanças ao longo dos dias decorridos após a antese, também entre os anos, bem como as informações relacionadas a dormência serem provavelmente transmitidas geneticamente durante a maturação da planta-mãe para as sementes (MARCOS FILHO, 2015).

De acordo com os dados da ANOVA constatou-se efeito significativo para os valores da regressão polinomial, tanto linear como quadrático nos testes de germinação e vigor (Tabela 1), porém, na porcentagem, primeira contagem e índice de velocidade de germinação verificou-se que não houve efeito quadrático significativo para o ano de 2014, isso nas sementes com desponte. Para a porcentagem de sementes dormentes não houve efeito significativo para o mesmo ano quando as sementes não foram despontadas.

Nos resultados da ANOVA para os testes de vigor, avaliados pelo comprimento do hipocótilo e raiz primária das plântulas de *L. operculata* verificou-se diferenças significativas para todas as fontes de variações, inclusive entre as suas interações (Tabela 2).

Tabela 2. Resumo das análises de variância e de regressão referente ao comprimento do hipocótilo (CH) e raiz primária (CRP), massa seca do hipocótilo (MSH) e das raízes (MSR) das plântulas de *L. operculata*. Areia - PB, 2016.

FV	gL	CH	CRP	MSH	MSR
Dormência (D)	1	281,57**	176,10**	1,44 ^{ns}	0,55*
Dias após a antese (DAA)	10	54,78**	49,22**	19,43**	4,69**
Ano (A)	1	3,80**	26,49**	0,71 ^{ns}	0,00 ^{ns}
D x DAA	10	19,36**	16,83**	2,40**	0,45**
D x A	1	31,73**	4,349*	0,74 ^{ns}	0,03 ^{ns}
DAA x A	6	11,03**	20,05**	4,47**	1,38**
D x DAA x A	6	4,73**	3,97**	0,16 ^{ns}	0,93**
Resíduo	96	0,18	0,74	0,43	0,14
CV (%)		9,81	18,57	16,86	18,45
Médias		4,31 (cm p ⁻¹)	4,65 (cm p ⁻¹)	3,88 (mg p ⁻¹)	2,00 (mg p ⁻¹)
DAA L/13 COM	1	305,69**	432,69**	74,49**	14,42**
DAA Q/13 COM	1	70,59**	48,70**	32,85**	8,99**
DAA L/13 SEM	1	12,91**	0,09 ^{ns}	0,96**	1,28**
DAA Q/13 SEM	1	65,91**	34,74**	1,27**	0,01**
DAA L/14 COM	1	156,97**	41,82**	42,40**	6,47**
DAA Q/14 COM	1	10,23**	11,27**	14,18**	6,30**
DAA L/14 SEM	1	1,53*	2,42 ^{ns}	1,35 ^{ns}	0,08 ^{ns}
DAA Q/14 SEM	1	2,34**	1,36 ^{ns}	2,44 ^{ns}	0,65 ^{ns}

Significativo a 1% de probabilidade (**), 5% de probabilidade (*) e não significativo (^{ns}) pelo teste F.

L: Modelo estatístico linear; Q: Modelo estatístico quadrático; 13: Ensaios realizados no ano de 2013; 14: Ensaios realizados no ano de 2014; COM: Sementes com desponte; SEM: Sementes sem desponte.

As diferenças significativas para o comprimento do hipocótilo e raiz primária observadas entre as fontes de variações e suas interações, sugerem que durante o desenvolvimento das sementes houve influencia dos fatores dormência, dias após a antese e também dos anos, bem como da interação entre esses fatores (Tabela 2).

Na variável massa seca do hipocótilo apenas o “DAA” e as interações “D x DAA” e “DAA x A” foram significativos a 1% de probabilidade (Tabela 2). Para a massa seca das raízes a significância de 1% ocorreu para “DAA” e nas interações “D x DAA”, “DAA x A” e “D x DAA x A”, enquanto para a fonte de variação “D” a significância foi a 5% de probabilidade.

Os dados da regressão polinomial indicaram ser altamente significativos para o modelo linear e quadrático durante o ano de 2013, tanto nas sementes com e sem desponte, exceto para o comprimento da raiz ao ser testado o modelo linear nas sementes sem desponte. Em 2014, os dados para o comprimento da raiz primária e massa seca do hipocótilo e das raízes não foram significativos para aquelas sementes que não tiveram o desponte do tegumento (Tabela 2).

Pelos dados da Tabela 3 observa-se que os valores da ANOVA para a massa seca dos frutos “MSF” e sementes “MSS”, além do teor de água das sementes “TA-S” e frutos “TA-F” foram altamente significativos em todos os testes, incluindo a sua interação, demonstrando que a massa seca e o teor de água dos frutos e sementes são influenciados pelos dias após a antese e entre os anos agrícolas durante a sua maturação.

Tabela 3. Resumo das análises de variância e de regressão referente ao conteúdo de massa seca dos frutos (MSF) e sementes (MSS), teor de água das sementes (TA-S) e dos frutos (TA-F) de *L. operculata*. Areia - PB, 2016.

FV	gL	MSF	MSS	TA-S	TA-F
Dias após a antese (DAA)	10	0,48**	7416,17**	9397,44**	41,85**
Ano (A)	1	1,05**	621,64**	652,33**	61,17**
DAA x A	6	0,68**	88,97**	532,87**	22,42**
Resíduo	54	0,01	0,62	5,17	6,07
CV (%)		10,84	1,73	3,89	5,20
Médias		1,01 (%)	45,50 (%)	58,40 (%)	47,39 (%)
DAA L/13	1	1,51**	0,37**	41608,99**	50432,75**
DAA Q/13	1	0,93**	0,07**	2528,86**	57,90**
DAA L/14	1	0,05**	0,26**	26808,58**	25747,14**
DAA Q/14	1	0,70**	0,00 ^{ns}	405,97**	6450,69**

Significativo a 1% de probabilidade (**) e não significativo (^{ns}) pelo teste F.

L: Modelo estatístico linear; Q: Modelo estatístico quadrático; 13: Ensaios realizados no ano de 2013; 14: Ensaios realizados no ano de 2014.

Para a ANOVA da regressão polinomial (Tabela 3) verificou-se significância a 1% de probabilidade para o efeito linear e quadrático nos dois anos de pesquisa, exceto em 2014, para a variável massa seca das sementes, o efeito quadrático não foi significativo.

Nos índices biométricos que avaliaram o tamanho dos frutos e sementes, verificou-se pelos dados da ANOVA diferenças significativas tanto nos fatores isolados “DAA” e “A” ou nos fatores interagidos “DAA x A”. Os dados de espessura das sementes não foram significativos quando a fonte de variação foi o ano (Tabela 4). Ainda sobre o tamanho dos frutos e sementes de *L. operculata*, os dados de regressão polinomial indicaram efeito linear e quadrático nos dois anos, sendo a 1 ou 5% de probabilidade, porém, em 2014 o comprimento e o diâmetro dos frutos não foram significativos para o efeito quadrático.

Tabela 4. Resumo das análises de variância e de regressão referente aos dados biométricos de comprimento (CM-F) e diâmetro dos frutos (DM-F), comprimento (CM-S), largura (LG-S) e espessura das sementes (ES-S) de *L. operculata*. Areia - PB, 2016.

FV	gL	CM-F	DM-F	CM-S	LG-S	ES-S
Dias após a antese (DAA)	10	41,85**	20,79**	3,64**	1,56**	0,06**
Ano (A)	1	61,17**	64,87**	3,62**	0,28**	0,00 ^{ns}
DAA x A	6	22,42**	5,96**	1,16**	0,26**	0,01**
Resíduo	54	6,07	0,91	0,03	0,01	0,00
CV (%)		5,20	3,19	1,79	2,42	2,83
Médias		47,39	29,84	9,27	4,94	1,98
		(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
DAA L/13	1	32,22**	35,05**	15,25**	7,36**	0,01*
DAA Q/13	1	57,82**	9,28**	4,25**	1,75**	0,02**
DAA L/14	1	39,97**	48,88**	2,83**	1,12**	0,05**
DAA Q/14	1	5,53 ^{ns}	2,03 ^{ns}	3,89**	2,11**	0,08**

Significativo a 1% de probabilidade (**), 5% de probabilidade (*) e não significativo (^{ns}) pelo teste F.

L: Modelo estatístico linear; Q: Modelo estatístico quadrático; 13: Ensaios realizados no ano de 2013; 14: Ensaios realizados no ano de 2014.

Para os dados de coloração, pelos resultados da ANOVA houve efeito significativo a 1% de probabilidade em todas as variáveis avaliadas, porém, ressalta-se a exceção para os valores de “L” e “b” quando o fator em estudo foi a sua relação com o ano “A”. Assim, torna-se evidente a mudança de coloração da casca dos frutos durante o processo de maturação das sementes. No resumo da ANOVA para a regressão polinomial observou-se diferença significativa a 1% de probabilidade para o efeito linear e quadrático (Tabela 5).

Tabela 5. Resumo das análises de variância e de regressão referente aos dados de coloração dos frutos de *L. operculata* através dos parâmetros “L”, “a” e “b”; pelo cromat “c” e o ângulo “h”. Areia - PB, 2016.

FV	gL	L	a	b	C	h
Dias após a antese (DAA)	10	679,18**	483,56**	730,05**	672,82**	2105,88**
Ano (A)	1	2,28 ^{ns}	25,70**	2,60 ^{ns}	18,45**	388,03**
DAA x A	6	83,95**	4,89**	36,34**	17,02**	21,87**
Resíduo	54	2,65	0,18	0,75	1,00	1,49
CV (%)		3,13	-27,00	2,83	3,15	1,42
Médias		52,04	-1,58	30,58	31,81	86,33
DAA L/13	1	2656,99**	2536,42**	3971,71**	3835,53**	11122,94**
DAA Q/13	1	178,16**	124,42**	0,00**	7,52**	163,55**
DAA L/14	1	1736,75**	1422,44**	2113,58**	1883,54**	6661,29**
DAA Q/14	1	853,33**	147,31**	532,68**	438,13**	901,77**

Significativo a 1% de probabilidade (**) e não significativo (^{ns}) pelo teste F.

L: Modelo estatístico linear; Q: Modelo estatístico quadrático; 13: Ensaios realizados no ano de 2013; 14: Ensaios realizados no ano de 2014.

4.1. Dimensões de Frutos e Sementes

Os dados do tamanho dos frutos de *L. operculata* durante os anos de 2013 e 2014, avaliados pelo comprimento não se ajustaram aos modelos estatísticos testados, cujos valores médios foram de 48,42 e 45,77 mm, respectivamente (Figura 3A), enquanto para o diâmetro dos frutos, somente aqueles colhidos em 2014 tiveram seus dados ajustados ao modelo linear (Figura 3B). Provavelmente, o não ajuste aos modelos estatísticos tenha sido provocado pela grande variação no tamanho dos frutos, verificado até mesmo em frutos formados no mesmo período, para os quais as dimensões foram bastante variadas.

Inicialmente o aumento no crescimento dos frutos é pequeno, passando posteriormente a expressar algumas oscilações durante o processo de desenvolvimento na maturação. Em frutos de meloeiro (*Cucumis melo* var. *cantalupensis* Naud), esse comportamento foi diferente porque a evolução no crescimento no diâmetro longitudinal e transversal ocorreu até os 22 DAA, passando em seguida a diminuir e estabilizar visualizado até a sua maturação (GIEHL et al., 2008). Segundo Abud et al. (2013), as variações dos dados biométricos podem ocorrer devido às alterações fisiológicas durante a maturação dos frutos que provocam acréscimos nesses valores.

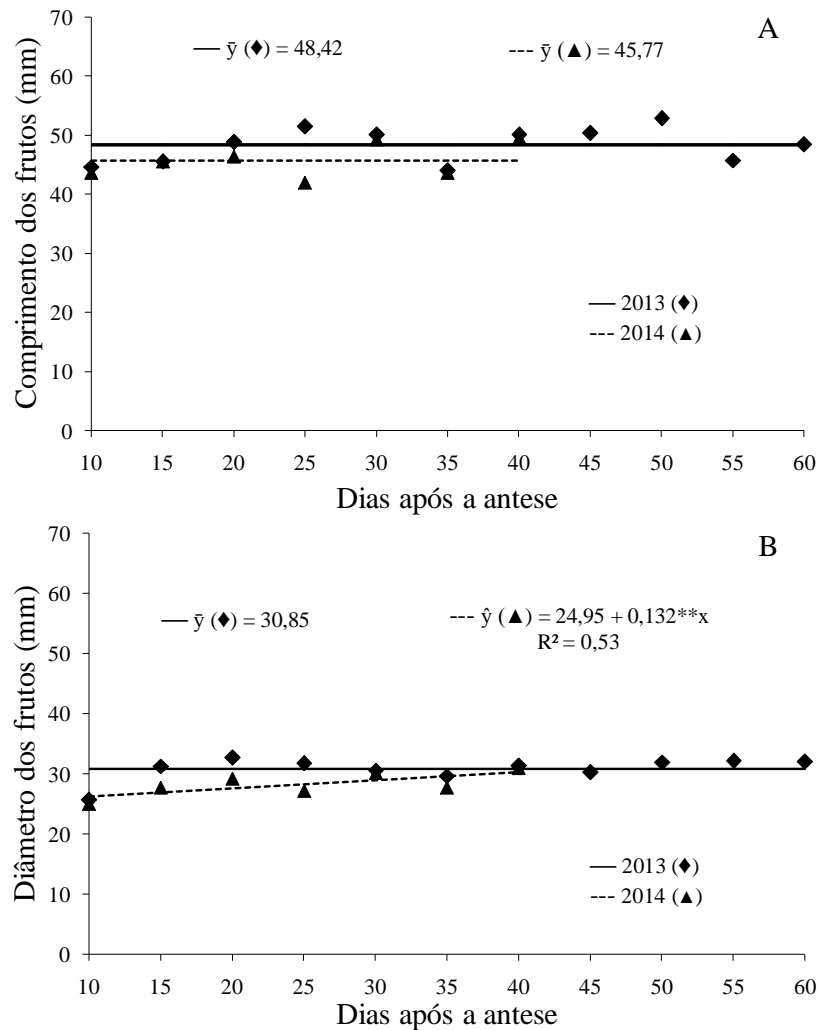


Figura 3. Comprimento (A) e diâmetro (B) dos frutos de *L. operculata* colhidos em função dos dias após a antese durante os anos de 2013 e 2014, respectivamente. Areia - PB, 2016.

**significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Os frutos de *L. operculata* são de formato oblongo-ovóides a fusiformes (LORENZI e MATOS, 2008), com grandes variações em seu tamanho, tanto no comprimento quanto no diâmetro, fato observado durante todo o seu desenvolvimento, até mesmo para aqueles em que as flores foram fecundadas no mesmo período, sendo atribuído, provavelmente a grande variabilidade genética presente na espécie. Essas oscilações biométricas tornaram essa variável muito instável e pouco confiável para a determinação do ponto de maturidade das sementes.

Para os dados biométricos das sementes de *L. operculata*, analisado pelo comprimento permitiu verificar ajuste quadrático dos dados para aquelas produzidas no ano de 2013, naquelas colhidas em 2014 não houve ajuste aos modelos testados (Figura 4A). Quando se

avaliou à largura das sementes constatou-se efeito quadrático para os valores dos dois anos estudados (Figura 4B), com redução no decorrer do desenvolvimento destas. Os resultados para a espessura das sementes não se ajustaram a nenhum dos modelos testados no estudo de 2013, enquanto os dados de 2014 ajustaram-se ao modelo quadrático (Figura 4C). O comprimento foi máximo (10,12 mm semente⁻¹) aos 30 dias, em 2013, enquanto os valores máximos (5,22 e 5,48 mm semente⁻¹) para a largura das sementes foi visualizado por volta dos 18 e 23 dias nos anos 2013 e 2014, respectivamente. A maior espessura das sementes (1,84 mm semente⁻¹) foi alcançada aos 18 dias após a antese durante 2014.

As sementes crescem, de maneira geral, rapidamente em tamanho, atingindo o máximo num período de tempo curto, em relação à duração total do período de maturação, cujo rápido crescimento em tamanho é resultado da multiplicação e desenvolvimento das células que constituem o eixo embrionário e o tecido de reserva (cotilédones, endosperma e/ou perisperma), sendo que uma vez atingido o tamanho máximo é mantido por certo tempo, para, no final do período, ser um pouco reduzido, dependendo da espécie e corresponde ao período de rápida e intensa desidratação (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012).

O tamanho das sementes de *L. operculata* foi acompanhado de poucas variações durante o seu desenvolvimento, tornando-se constante no decorrer do processo de maturação, provavelmente, pode ter ocorrido um rápido crescimento do óvulo, chegando ao seu máximo em poucos dias, bem antes mesmo de ter ocorrido à primeira colheita, aos 10 dias da sua antese, o que está de acordo com Marcos Filho (2015) quando relatou que as primeiras etapas da embriogênese compreendem intensa divisão e expansão celular, as quais determinam aumento progressivo do tamanho da semente em formação, atingindo o máximo aproximadamente na metade do período de acúmulo de massa seca.

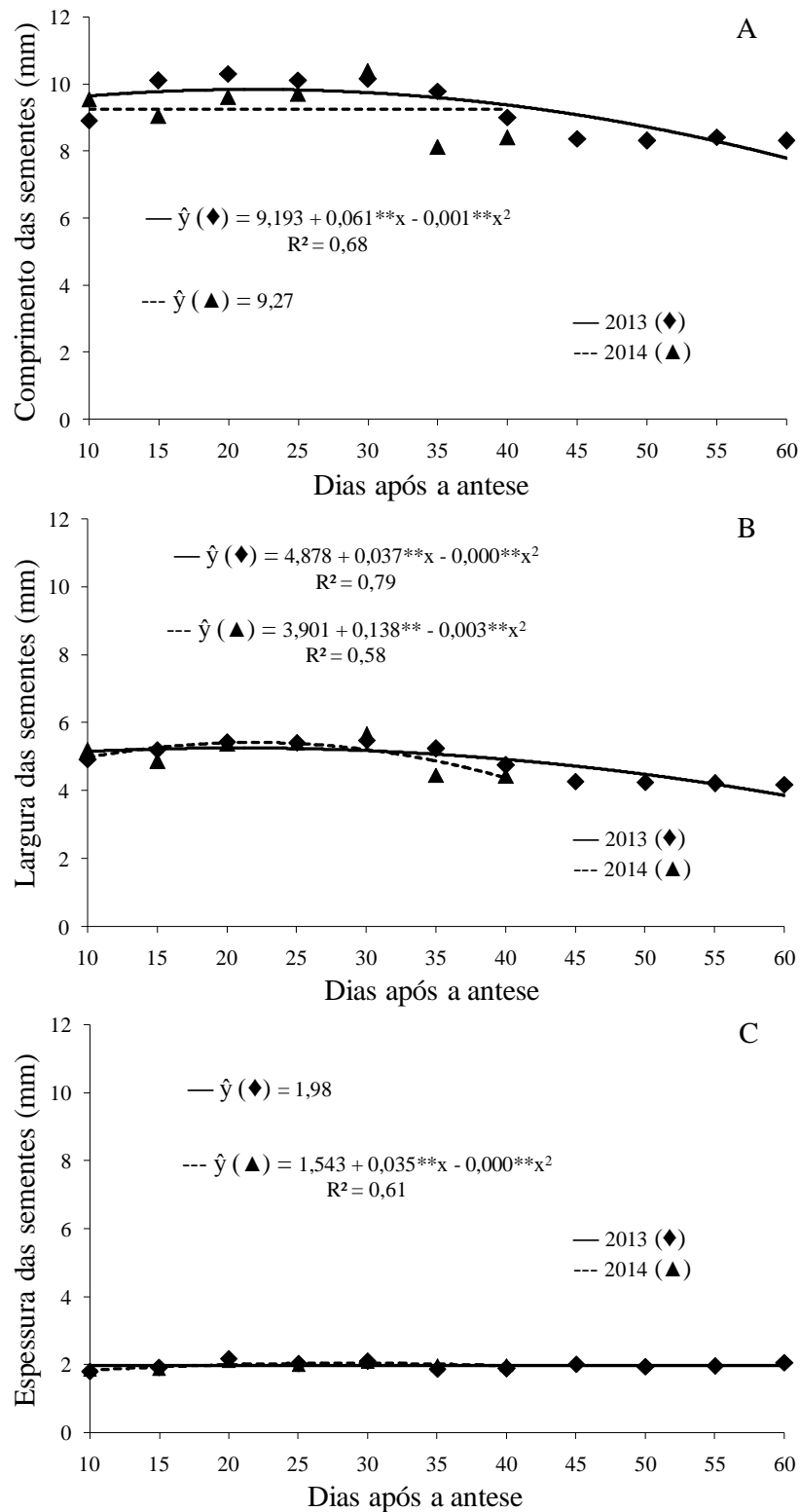


Figura 4. Comprimento (A), largura (B) e espessura (C) das sementes de *L. operculata* colhidas em função dos dias após a antese durante os anos de 2013 e 2014, respectivamente. Areia - PB, 2016.

**significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

4.2. Coloração de Frutos e Sementes

Para os dados da coloração externa dos frutos colhidos em 2013 e 2014 (Figura 5A e B), ao serem testados pelos modelos estatísticos observou-se melhor adequação ao modelo quadrático para todos os parâmetros de coloração “L”, “a”, “b”, “c” e “h”. Quanto à luminosidade da casca dos frutos avaliados através do parâmetro “L”, constatou-se um decréscimo na sua luminosidade à medida que houve o desenvolvimento e o amadurecimento dos frutos, chegando ao fim do processo com coloração mais escura do que luminosa. O maior valor para L* foi obtido quando os frutos estavam com idade de 8 dias, cujo resultado foi de 58,70, ou seja, nessa fase os frutos encontravam-se refletindo a máxima luminosidade direcionada a cores claras do verde.

Para o parâmetro a*, que define a transição da cor verde para a vermelha observou-se aos 10 dias após a antese a maior tonalidade para a cor verde (-15,21), tornando-se a partir de então, a ocorrer mudanças direcionadas a coloração vermelha, principalmente no final da maturação (+12,01) aos 60 dias após a antese no ano de 2013 (Figura 5A), para 2014 os frutos passaram de -10,84 aos 10 DAA para +9,82 aos 40 DAA (Figura 5B). Esse fato é comum nos frutos de *L. operculata*, uma vez que quando ainda estão imaturos são verdes escuros e maduros, próximos a deiscência, a coloração é castanho-clara.

O parâmetro b* permite visualizar a mudança de cor do azul para a amarela, assim, durante os dois anos (2013 e 2014) observou-se que no início da maturação os frutos colhidos em 2014 estavam com valores mais próximos a coloração azul (16,49 aos 40 DAA), a medida que houve o amadurecimento dos mesmos, estes tiveram seus valores direcionados a cor amarela (Figura 5A e B).

Com relação aos dados c*, que representa a vividez da cor na casca, é averiguada redução no decorrer dos dias, sendo constatado o c* máximo de 44,01 no dia 12,74 durante o ano de 2014, atingindo tons mais pálidos ao final da maturação (Figura 5B). Em sementes de melão (*Cucumis melo* var. *cantalupensis* Naud) o valor para o croma aumentou na fase final de sua maturação, indicando que a cor da polpa tornou-se mais pura (GIEHL et al., 2008), enquanto que a coloração final nos frutos de cabacinha é escura, havendo redução na vividez da casca dos frutos.

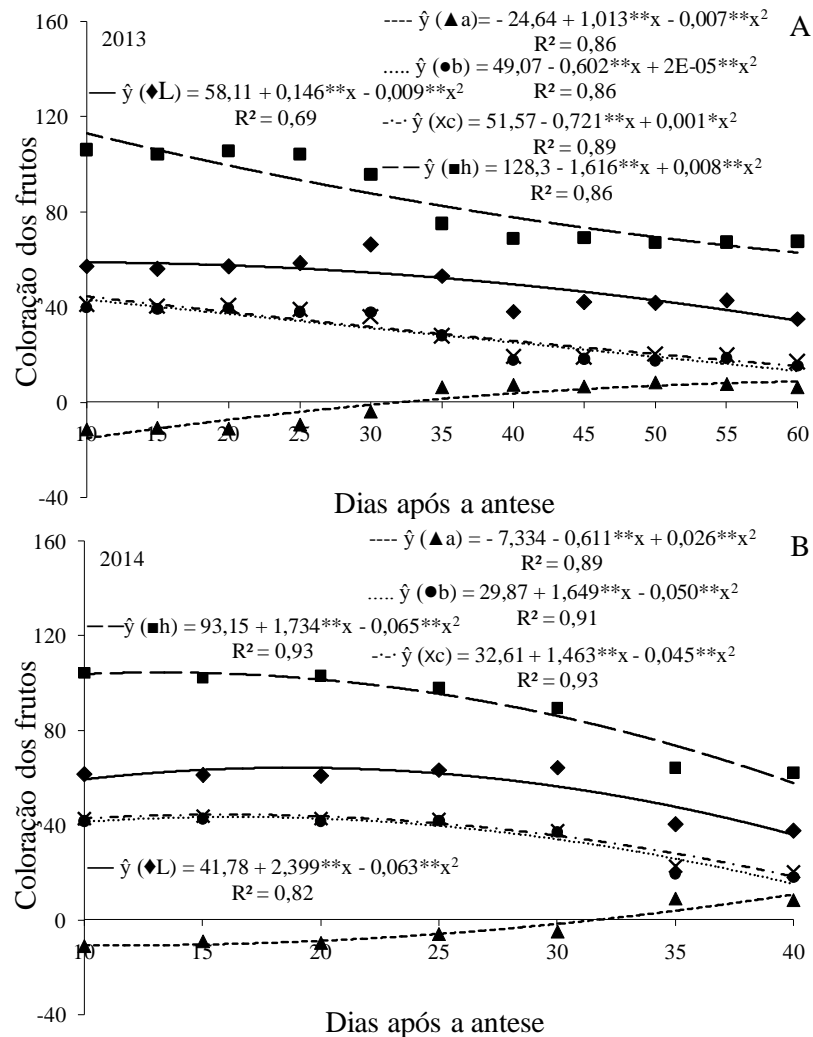


Figura 5. Coloração dos frutos de *L. operculata*, analisados pelos parâmetros “L”, “a”, “b”, pelo cromatidade “c” e ângulo hue “h”; colhidos em função dos dias após a antese durante os anos de 2013 (A) e 2014 (B). Areia - PB, 2016.

** e *significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

O ângulo Hue ou matiz constitui outro parâmetro importante e avalia a intensidade da cor clara ou escura presente na casca dos frutos, sendo que para a cor externa dos frutos de *L. operculata* (Figura 5A e B) o ângulo h* determinou a coloração clara logo no início dos estudos em 2013 e 2014, sendo máximo de 104,71 aos 13 dias em 2014. Porém esta condição tornou-se constante por um breve período, atingindo tonalidades mais escuras à medida que os frutos se aproximaram do ponto de colheita, obtendo coloração mais alaranjada, assim como constatado em frutos de melão - *Cucumis melo* var. *cantalupensis* Naud (GIEHL et al., 2008).

A mudança na coloração da casca dos frutos pode ser utilizada como um bom índice e indicativo da maturação das sementes de *L. operculata* porque o seu desenvolvimento é

marcado por grandes mudanças de cor passando da coloração verde a castanho-escuro. Aguiar et al. (1988) relataram que a maturidade fisiológica das sementes é, de forma geral, acompanhada por visíveis mudanças no aspecto externo e na coloração dos frutos e sementes.

O desenvolvimento e as modificações ocorridas na coloração dos frutos de *L. operculata* encontram-se nas Figuras 6 e 8. A princípio na primeira coleta, realizada aos 10 dias após a antese, os frutos tinham a coloração verde intenso até atingirem a idade de 20 dias (Fig. 6B-D), a partir dos 25 DAA (Fig. 6E) os frutos começaram a obter tons mais amarelados. Passados 30 dias da marcação das flores (Fig. 6F) alguns frutos tiveram a sua coloração alterada para o castanho-claro, tornando-se aos 30 dias essa cor ser a principal coloração dos frutos e alcançando tonalidades mais escuras ao final do processo de maturação.

As sementes de *L. operculata* também sofreram grandes mudanças durante o seu desenvolvimento (Figuras 7 e 9), sendo que dos 10 aos 20 dias após a antese (Fig 7B-D), a coloração predominante das sementes foi a esbranquiçada, com o tegumento ainda pouco desenvolvido e flácido, porém somente aos 40 DAA (Fig. 7H) a cor preta das sementes tornou-se constante, sendo visualizada até o fim do amadurecimento. A identificação visual contribui para detectar a época em que as sementes estão com a máxima qualidade ou se encontram muito próxima desse nível (MARCOS FILHO, 2015).

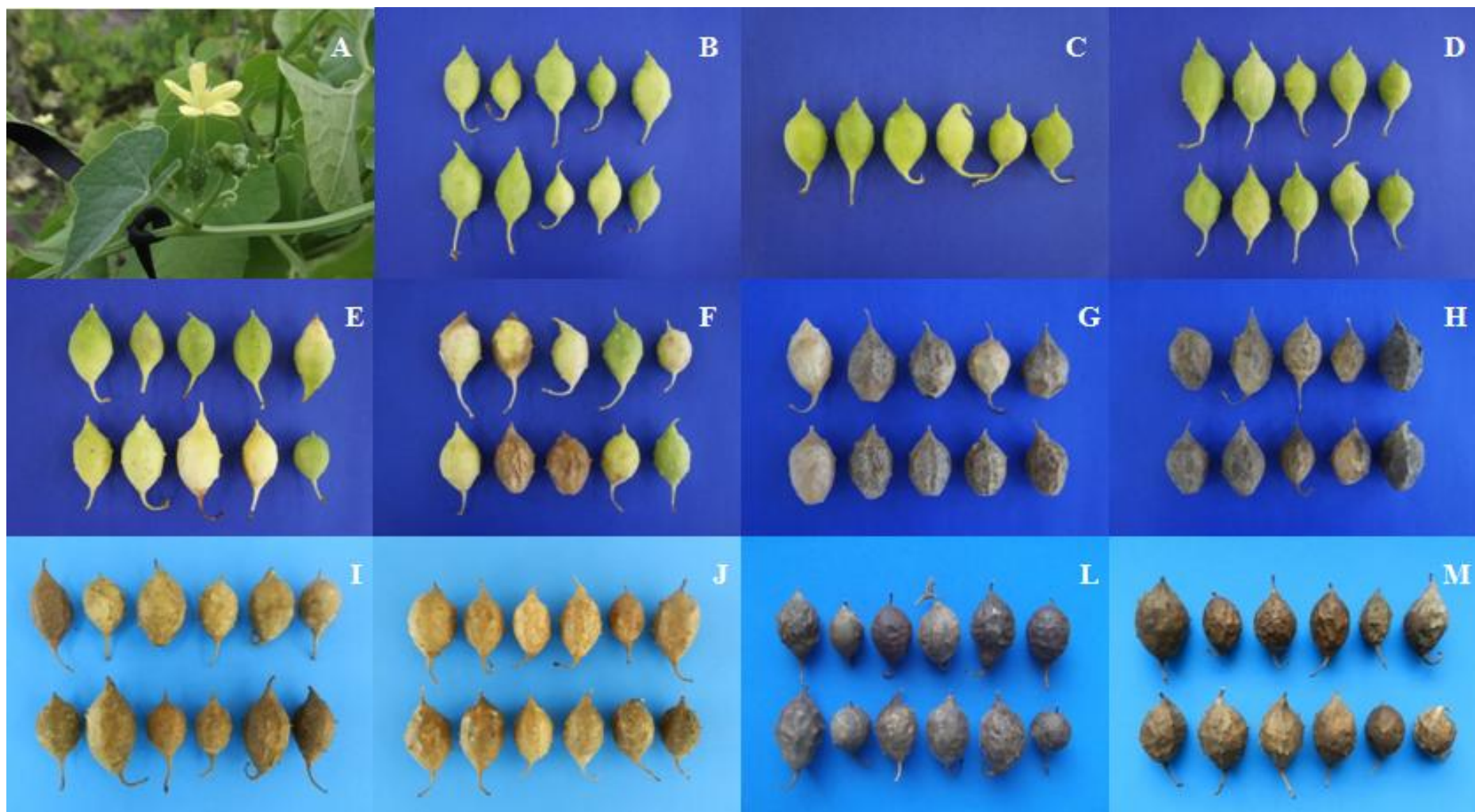


Figura 6. Modificações ocorridas na coloração dos frutos de *L. operculata* durante a maturação, sendo caracterizada a antese 0 (A), 10 (B), 15 (C), 20 (D), 25 (E), 30 (F), 35 (G), 40 (H), 45 (I), 50 (J), 55 (L) e 60 (M) dias após a antese; Areia - PB, 2016.

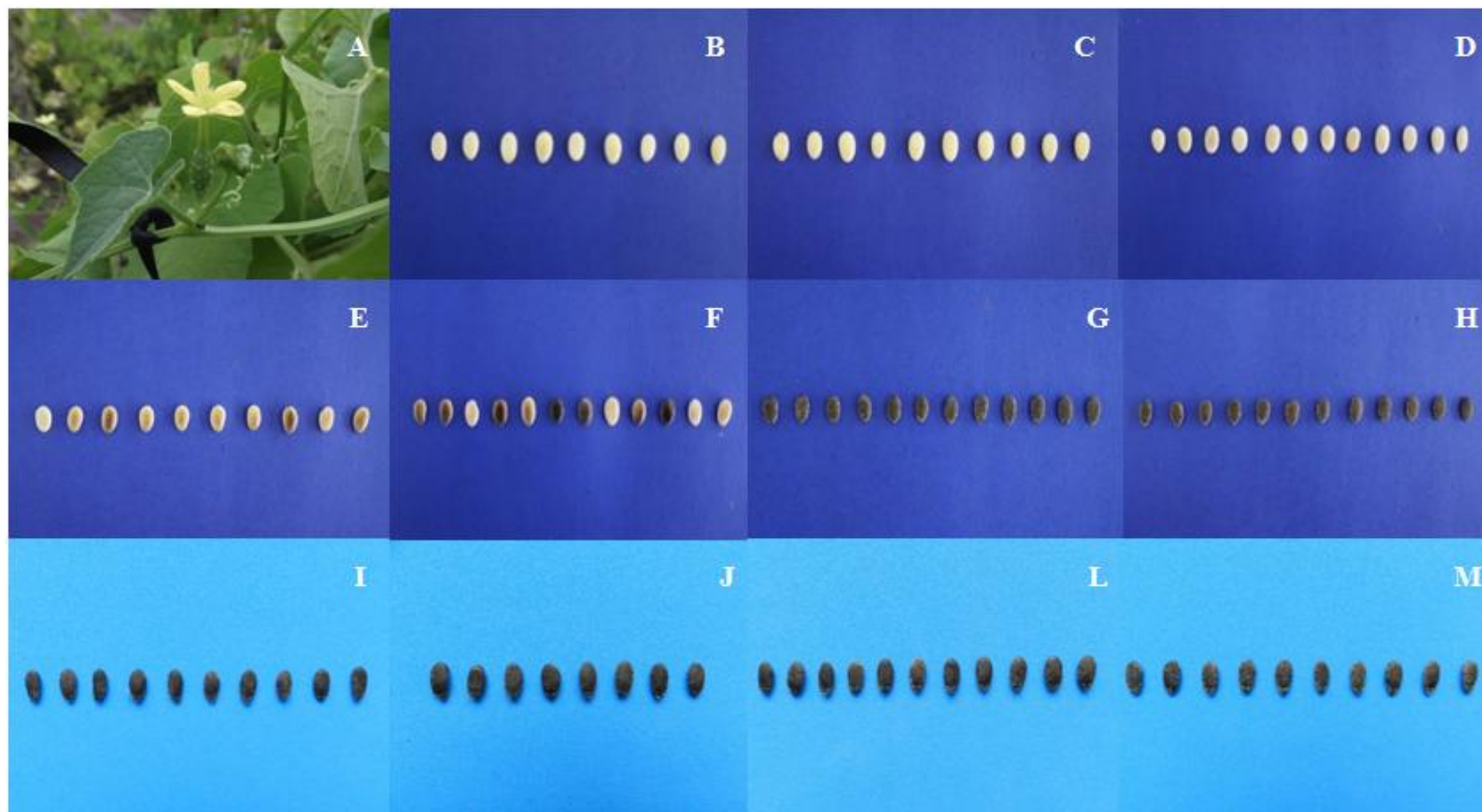


Figura 7. Modificações ocorridas na coloração das sementes de *L. operculata* durante a maturação, sendo caracterizada a antese 0 (A), 10 (B), 15 (C), 20 (D), 25 (E), 30 (F), 35 (G), 40 (H), 45 (I), 50 (J), 55 (L) e 60 (M) dias após a antese; Areia - PB, 2016.



Figura 8. Modificações ocorridas no tamanho e na coloração dos frutos de *L. operculata* durante os diferentes períodos do processo de maturação. Areia - PB, 2016.



Figura 9. Modificações ocorridas no tamanho e na coloração das sementes de *L. operculata* durante os diferentes períodos do processo de maturação. Areia - PB, 2016.

4.3. Teor de Água de Frutos e Sementes

Os dados referentes ao teor de água dos frutos de *L. operculata* se ajustaram ao modelo linear em 2013 e quadrático em 2014 (Figura 10), observando-se que no início do processo de maturação, os frutos continham um elevado teor de água, chegando a atingir aos 16 dias após a antese o maior teor de 98,58% em 2014. A partir dos 25 DAA visualizou-se um rápido declínio da quantidade de água dos frutos, tornando-se bastante acentuada à medida que ocorre o avanço do desenvolvimento da maturação, chegando ao final do processo com níveis próximos a 10%.

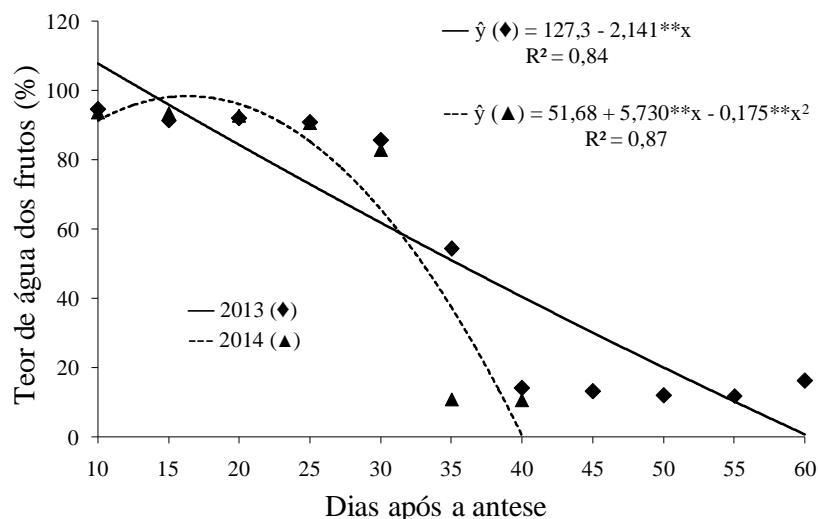


Figura 10. Teor de água dos frutos de *L. operculata* colhidos em função dos dias após a antese durante os anos de 2013 e 2014. Areia - PB, 2016.

**significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Outro índice importante na determinação do ponto de maturidade fisiológica das sementes é o teor de água, em que os resultados do teor de água das sementes de *L. operculata* (Figura 11) ajustaram-se a modelo quadrático nos dois anos de realização da pesquisa. Inicialmente, as sementes possuíam elevado conteúdo de água, principalmente, em 2014 quando aos 10 dias estavam com seu teor máximo (92,7%), momento do processo caracterizado como sendo, provavelmente, pertencente à fase I da maturação das sementes. Posteriormente, observa-se que aos 15 DAA houve uma pequena redução desse valor, em seguida, constatou-se ainda um rápido declínio da quantidade de água das sementes, tornando-se bastante acentuada à medida que ocorre o desenvolvimento da maturação, chegando a atingir valores próximos a 8% ao final do processo.

Em outras Cucurbitaceae, a exemplo do maxixe (*Cucumis anguria* L.) as sementes atingiram a idade de 40 DAA com 50,56% de umidade (MEDEIROS et al., 2010). Nas sementes de abobrinha (*Curcubita moschata* Duch) o teor de água manteve-se elevado aos 60 DAA, com valor de 50% (MARROCOS et al., 2011), enquanto sementes de pepino (*Cucumis sativus* L.) colhidas aos 45 dias ainda continham 33% de umidade, quantidade considerada ainda elevada, podendo provocar problemas de fermentação (NAKADA et al., 2011). Em *Cucurbita moschata* Duch., ao final do estudo (60 DAA) as sementes ainda possuíam níveis elevados de 33,79% (FIGUEIREDO NETO et al., 2012; 2014; 2015).

No início da maturação, o teor de água das sementes de *L. operculata* estava elevado, em torno de 92 e 89% em 2013 e 2014, respectivamente, constatados as 10 dias da antese. Segundo Carvalho e Nakagawa (2012), logo após a formação das sementes o teor de água é normalmente elevado, oscilando entre 70 e 80%, poucos dias depois observa-se um pequeno acréscimo, para em seguida, começar uma fase de lento decréscimo, a qual tem duração variável com a espécie, cultivar, condições climáticas e o estágio de desenvolvimento da planta, sendo, então, seguida de uma fase de rápida desidratação, também muito influenciada pelas condições climáticas. Posteriormente, o teor de água decresce até certo ponto, começando, em seguida, a oscilar com os valores da umidade relativa do ar, demonstrando que a planta-mãe não mais exerce controle sobre o teor de água da semente.

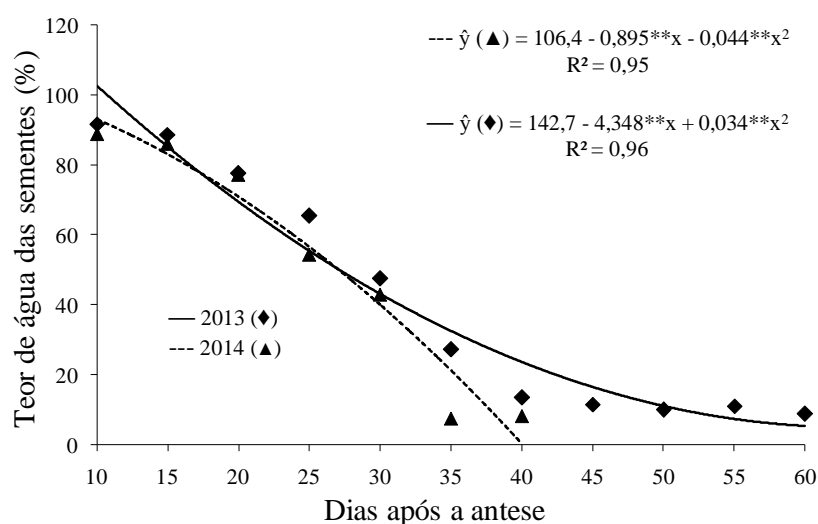


Figura 11. Teor de água das sementes de *L. operculata* colhidas em função dos dias após a antese durante os anos de 2013 e 2014. Areia - PB, 2016.

**significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Os mecanismos de desidratação das sementes durante a maturação não são perfeitamente conhecidos, por isso alguns estudos sugerem a existência de um mecanismo passivo, em que a água é perdida principalmente por evaporação, a partir da superfície da semente; outros indicam a possibilidade da movimentação da água da semente para a planta, mediante processo metabolicamente ativo, como se a planta “sugasse” água da semente durante a senescência (MARCOS FILHO, 2015).

4.4. Massa Seca de Frutos e Sementes

Os dados de massa seca dos frutos nos anos de 2013 e 2014 estão na Figura 12, cujo valor dos frutos colhidos em 2013 teve grandes oscilações no decorrer do processo de maturação, sendo necessário o ajuste a outros modelos, além daqueles testados. Os frutos colhidos em 2014 se ajustaram ao modelo quadrático, atingindo a maior quantidade de massa seca (957,08 mg fruto⁻¹) quando estavam com idade equivalente à 26 dias após a antese, passando posteriormente por algumas variações durante a sua maturação.

Em outras cucurbitaceas, como constatado em frutos de abóbora (*Curcubita moschata* Duch) ocorreu acúmulo máximo de massa seca dos frutos aos 60 dias após a antese, com massa média equivalente a 2.175,27 g para a cultivar Jacarezinho (FIGUEIREDO NETO et al., 2014), enquanto para os frutos da cultivar Maranhão o maior acúmulo de massa seca (de 2.319,65 g) foi obtido aos 60 dias decorridos da antese (FIGUEIREDO NETO et al., 2015).

Na fase inicial de crescimento, nos frutos de maxixe (*Cucumis anguria* L.) houve pequeno acúmulo de massa seca, tendo se intensificado dos 20 até 35 DAA, período em que ocorreu um incremento médio de 32%, contrariamente ao período final, em que acúmulo de massa seca foi menor, com incremento médio de 8% (MEDEIROS et al., 2010). Para melancia Mickylee (*Citrullus lanatus* L.) o maior acúmulo de massa seca dos frutos ocorreu entre 40 e 50 dias após o transplântio, comprovando que os mesmos comportam-se como sendo o principal dreno da planta, verificado desde o início da frutificação até a colheita dos frutos (GRANGEIRO et al., 2005).

Os frutos de abóbora híbrida do tipo Tetsukabuto são os principais drenos na partição de fotoassimilados porque entre os órgãos da planta, os frutos foram os que mais acumularam massa seca, atingindo aos 87 dias após a semeadura a quantidade máxima estimada de 1.298,69 g planta⁻¹ (VIDIGAL et al., 2007).

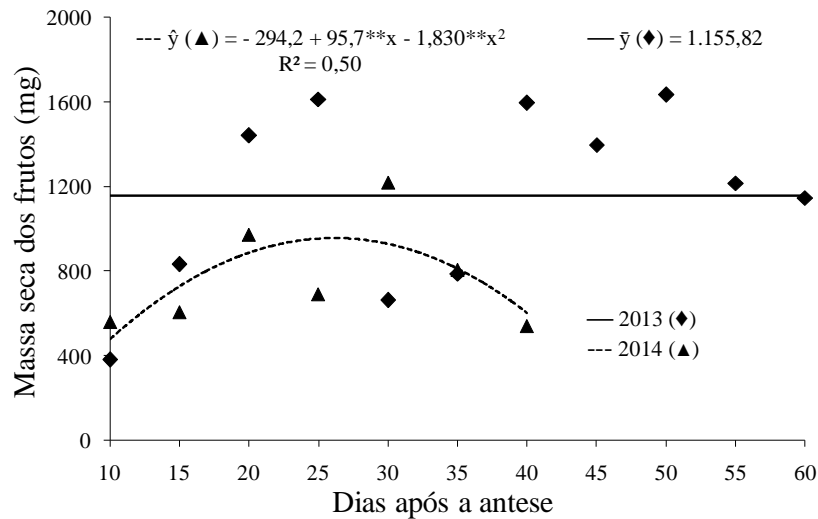


Figura 12. Massa seca dos frutos de *L. operculata* colhidos em função dos dias após a antese durante os anos de 2013 e 2014. Areia - PB, 2016.

**significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Para os valores de massa seca das sementes (Figura 13) colhidas em 2013 o ajuste foi ao modelo quadrático, enquanto para aquelas sementes de 2014 houve ajuste linear, destacando-se ainda, que o acúmulo máximo de massa seca ($35,70 \text{ mg semente}^{-1}$) das sementes ocorreu por volta de 53 dias após a marcação das flores, ocasião de sua antese, em 2013, visualizando-se posteriormente pequenas oscilações típicas da fase final na maturação. As sementes obtidas em 2014 receberam da planta-mãe a quantidade de massa seca de forma crescente e constante durante o desenvolvimento da maturação.

O acúmulo de massa seca em uma semente em formação se faz, inicialmente, de maneira lenta, uma vez que logo após a fecundação do óvulo a divisão das células é mais lenta do que o desenvolvimento destas, período, em geral, de curta duração. Em seguida, começa uma fase de rápido e constante acúmulo de massa seca até que um máximo é atingido, o qual é mantido por algum tempo, podendo, no final do período, sofrer um pequeno decréscimo, como resultado de perdas pela respiração da semente (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012).

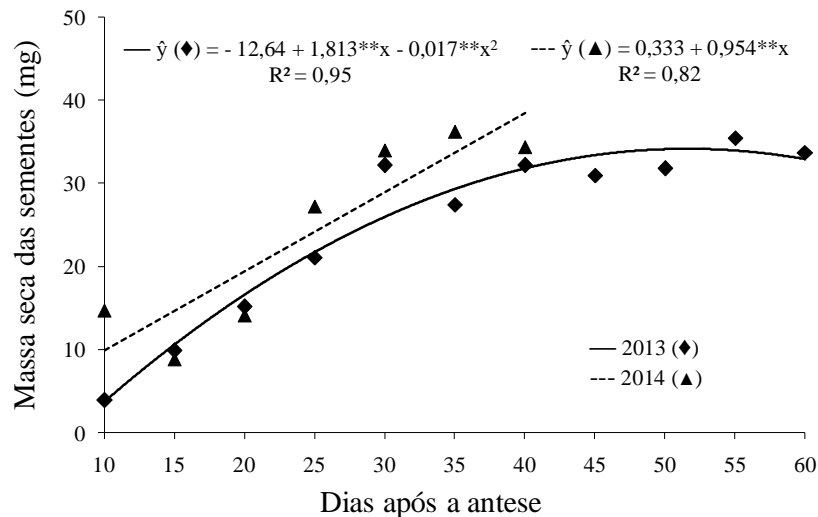


Figura 13. Massa seca das sementes de *L. operculata* colhidas em função dos dias após a antese durante os anos de 2013 e 2014. Areia - PB, 2016.

** : significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

As condições climáticas ocorridas durante a pesquisa foram divergentes de um ano para o outro (Figura 1), tendo em 2013 condições mais favoráveis ao desenvolvimento da espécie, porém a temperatura e principalmente, a precipitação pluviométrica inferior em 2014 foram possivelmente deficientes, promovendo um aceleração do processo de maturação das sementes de *L. operculata* já que a ocorrência de temperaturas elevadas durante a maturação também provoca a redução da translocação de fotossintatos para as sementes, especialmente em períodos com baixos índices pluviais.

Em condições de baixa precipitação pluviométrica, a maturação é “forçada”, sendo produzidas sementes de baixo vigor (FRANÇA NETO et al., 1993) porque não se verifica a deposição natural de carboidratos, lipídeos e proteínas, no entanto, se a deficiência hídrica ocorre durante o florescimento ou no início da formação das sementes, constata-se redução do número de sementes que serão produzidas, sem afetar significativamente o potencial fisiológico (DORNBOS JÚNIOR, 1995).

A massa seca tem sido apontada como o melhor índice do estágio de maturação de sementes porque o acúmulo máximo é mencionado como o ponto em que a semente atinge a maturidade fisiológica, o que é razoável desde que se considere como maturidade fisiológica aquele ponto após o qual a semente recebe nada, ou quase nada, da planta que a formou, no entanto, não deve ser utilizada como a única indicadora da maturidade fisiológica porque há

alterações fisiológicas e bioquímicas na semente, mesmo após esta ter atingido o máximo conteúdo (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012).

Nas sementes, a avaliação do fluxo de transferência de reservas provenientes da planta requer amostragem frequente, com intervalos reduzidos, para que a detecção de variações da quantidade acumulada seja efetuada com a derivada precisão. Ainda é importante destacar que a máxima massa seca é alcançada enquanto as sementes estão com teor de água relativamente elevado, cujo período de manutenção desses níveis elevados depende da influência do ambiente porque em condições menos favoráveis de umidade, temperatura e da ação de insetos e microrganismos geralmente contribuem para a aceleração do processo respiratório e, a consequente oxidação de substâncias de reserva, com redução do peso das sementes (MARCOS FILHO, 2015).

Para algumas espécies da família Cucurbitaceae, a exemplo de abóbora - *Curcubita moschata* Duch cv. Jacarezinho (FIGUEIREDO NETO et al., 2012; 2014) e cv. Maranhão (FIGUEIREDO NETO et al., 2015), abobrinha (*Curcubita moschata* Duch) cv. Menina Brasileira (MARROCOS et al., 2011) e maxixe cv. Do Norte - *Cucumis anguria* L. o maior incremento de massa seca das sementes ocorreu dos 25 aos 35 dias após a antese (MEDEIROS et al., 2010).

4.5. Teste de Germinação

Os dados referentes à germinação das sementes de *L. operculata* colhidas em 2013 ajustaram-se ao modelo quadrático (Figura 14), em que nas sementes despontadas a máxima germinação ocorreu aos 45 dias após a antese quando atingiram 100% tornando-se estável, enquanto naquelas que não sofreram desponte o máximo valor (78,75%) ocorreu aos 42 DAA, visualizando-se a partir de então uma brusca redução da germinação dessas sementes, fato esse desencadeado, provavelmente, pelos eventos atribuídos ao estado da dormência, sendo estes os primeiros sinais desse fenômeno, uma vez que a dormência pode interferir profundamente nos resultados do teste de germinação.

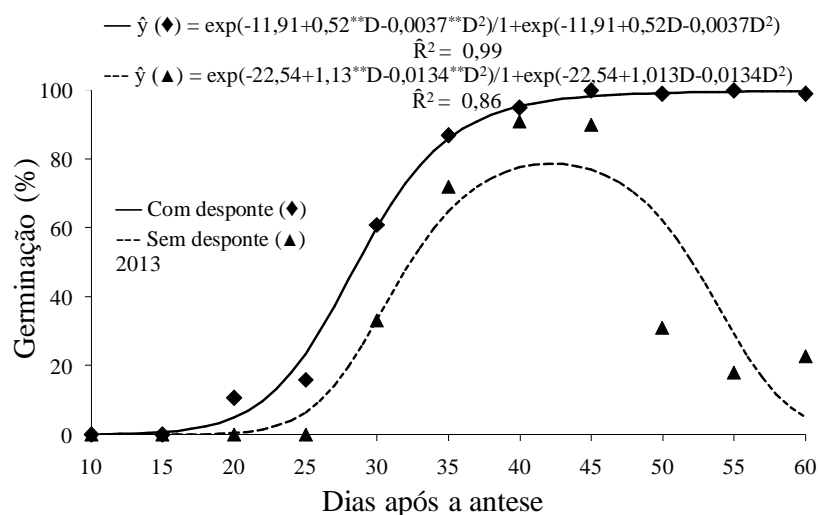


Figura 14. Porcentagem de germinação (%) de sementes de *L. operculata* colhidas em função dos dias após a antese durante o ano de 2013 e submetidas ou não ao desponte. Areia - PB, 2016.

******significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

No decorrer do processo de maturação, as sementes vão adquirindo várias capacidades ao longo do seu desenvolvimento e a primeira delas refere-se a capacidade de germinação das sementes, porém, as mesmas podem não suportar o processo natural de desidratação, adquirindo, assim, a capacidade de tolerância à dessecação e posteriormente o vigor. No final do processo quando próximas a maturidade fisiológica, as sementes se tornam aptas para sobreviverem ao armazenamento e prontas para iniciar a germinação em situações favoráveis (CASTRO et al., 2004).

Teoricamente é lícito considerar que a porcentagem de sementes aptas a germinar seja crescente durante a maturação, atingindo nível máximo em época próxima à da paralisação do fluxo de massa seca da planta para a semente, cuja tendência é constatada apenas para espécies não dormentes, causada pelo desequilíbrio na ação de substâncias promotoras e inibidoras da germinação, induzida durante o período de acúmulo de massa seca (MARCOS FILHO, 2015).

Os dados da porcentagem de germinação referente às sementes com ou sem desponte para o ano de 2014 se ajustaram ao modelo quadrático (Figura 15). Aos 35 dias após a antese ocorreu a maior porcentagem de germinação (100%) nas sementes submetidas ao desponte, enquanto naquelas que não foram submetidas ao desponte constatou-se a germinação máxima (43,13%) por volta dos 29 dias. Em seguida ocorreu uma brusca redução na germinação das sementes sem desponte, marcando a ocasião em que provavelmente ocorre o final da fase III

da maturação, que é caracterizada pelo acúmulo de reservas e o aumento progressivo da massa seca, bem como o início da fase IV, quando o processo de transferência de massa seca está finalizando e intensifica-se a desidratação das sementes (MARCOS FILHO, 2015).

A germinação e o vigor são alguns dos parâmetros indicadores da maturação e juntos confirmam a maturidade fisiológica das sementes, embora seja importante tomar cuidado ao analisá-los, enquanto que várias sementes entram em dormência perdendo a capacidade de germinar por um determinado tempo, mesmo estas sendo consideradas viáveis e maduras (BARBOSA et al., 2015).

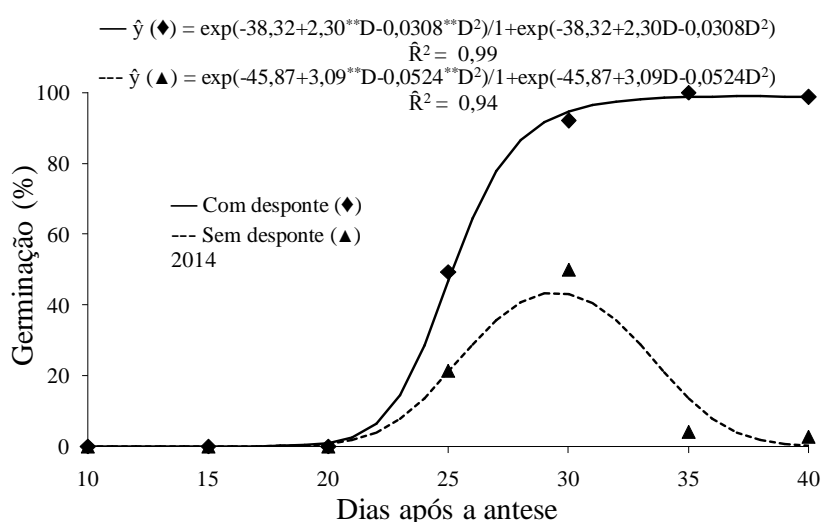


Figura 15. Porcentagem de germinação (%) de sementes de *L. operculata* colhidas em função dos dias após a antese durante o ano de 2014 e submetidas ou não ao desponte. Areia - PB, 2016.

**: significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

A máxima germinação das sementes foi estabelecida para algumas cucurbitáceas, a exemplo das sementes de abóbora híbrida (*Cucurbita maxima* e *Cucurbita moschata*), em que não ocorreu germinação antes dos 60 a 70 dias após a antese (COSTA et al., 2006). Em sementes de maxixe (*Cucumis anguria* L.) o percentual de germinação aumentou gradativamente, chegando a atingir 90% de sementes germinadas quando os frutos tinham 30 DAA (MEDEIROS et al., 2010). Sementes de pepino (*Cucumis sativus*) tiveram a sua porcentagem máxima de germinação (100%), quando os frutos foram colhidos no período de 41 e 53 dias após a antese (NAKADA et al., 2011).

A germinação das sementes de abobrinha cv. Menina Brasileira (*Curcubita moschata* Duch) foi maior ao final da sua maturação, momento em que os frutos estavam com idade de

60 DAA (MARROCOS et al., 2011). O período equivalente a 50 e 60 dias foi necessário para que as sementes de abóbora (*Curcubita moschata* Duch) cv. Jacarezinho atingissem o seu potencial máximo de germinação (37 e 47%, respectivamente) (FIGUEIREDO NETO et al., 2012; 2014). Ainda em sementes de abóbora cv. Maranhão foram precisos 60 dias após a antese e também o armazenamento de 30 dias dos frutos para que a germinação máxima fosse alcançada (FIGUEIREDO NETO et al., 2015), enquanto a maior porcentagem de germinação (37%) das sementes de melão (*Cucumis melo* L.) ocorreu quando os frutos foram colhidos no estágio IV da maturação (DONATO et al., 2015).

4.6. Sementes Dormentes

Para a porcentagem de sementes dormentes durante os anos de 2013 e 2014 (Figura 16), houve ajuste dos dados ao modelo quadrático, visualizando-se as maiores porcentagens ao final do processo da maturação, momento caracterizado pela ausência de germinação das sementes que não foram submetidas ao desponte. Verificou-se ainda, um aumento crescente da dormência nas sementes, à medida que ocorreu o desenvolvimento da maturação, tanto para as colhidas em 2013 quanto as colhidas em 2014. A maior porcentagem de sementes dormentes (86%) ocorreu aos 60 dias em 2013, enquanto em 2014 foi aos 39 dias após a antese, com quantidade máxima de 98,83%.

A dormência verificada nas sementes de *L. operculata* talvez seja do tipo que se instala na fase da maturação, fazendo parte do processo de maturação e tendo o seu desenvolvimento concomitante com a redução do teor de água, o aumento de massa seca e também de outros índices, sendo geneticamente programado para surgir e se desenvolver junto a semente (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012).

A dormência em sementes de melão (*Cucumis melo* L.) foi constatada por Donato et al. (2015), os quais relacionaram esse fenômeno, principalmente, aos estádios iniciais da maturação, ou seja, quando os frutos estavam verdes e a sua epiderme rendilhada ou não, constatando por essa ocasião que aproximadamente 90% das sementes estavam dormentes, estando esse fato associado provavelmente ao incompleto desenvolvimento do embrião. Nas sementes de *L. operculata* o fenômeno da dormência foi observado com maior intensidade na fase final da maturação, quando os frutos estavam com coloração castanho-claro a castanho-escuro.

As sementes dormentes são aquelas que embora viáveis não germinam, mesmo quando colocadas nas condições especificadas para a espécie em teste (BRASIL, 2009). Algumas dessas sementes são capazes de absorver água e intumescer, mas não germinam nem apodrecem até o final do teste, mas vale salientar que nem todas as sementes classificadas como dormentes ao final do teste de germinação são viáveis, podendo haver entre elas sementes mortas.

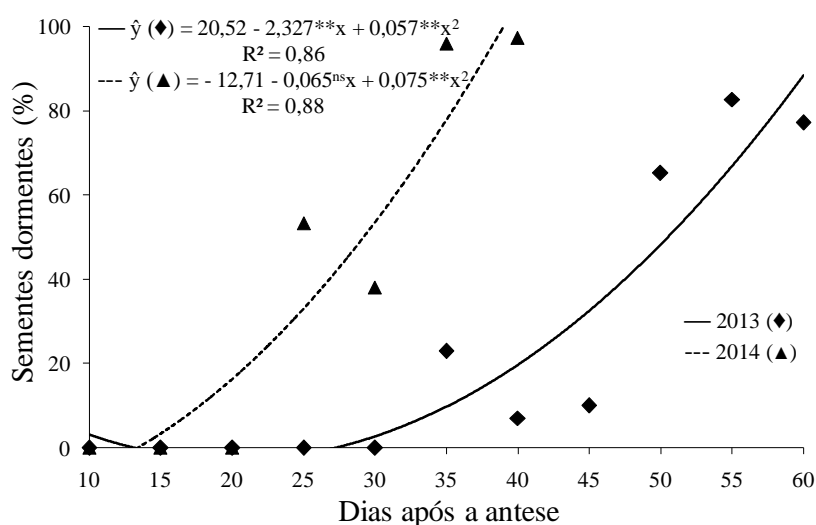


Figura 16. Porcentagem de sementes dormentes (%) de *L. operculata* colhidas em função dos dias após a antese durante os anos de 2013 e 2014. Areia - PB, 2016.

^{ns} não significativo e ^{**} significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

4.7. Testes de Vigor

4.7.1. Primeira contagem de germinação

Os dados referentes à primeira contagem de germinação para o ano de 2013 ajustaram-se ao modelo quadrático, tanto para as sementes com e sem desponte (Figura 17), sendo a máxima porcentagem (aproximadamente 100%) obtida aos 55 DAA nas sementes despontadas tornando-se estável a partir de então. Nas sementes sem o desponte a máxima germinação foi estabelecida aos 44 DAA quando 72,50% das sementes germinaram, visualizando-se a partir dos 53 DAA uma drástica redução nesse percentual, atingindo níveis inferiores a 50%, destacando-se nessa ocasião a ocorrência da dormência. Segundo Marcos Filho (2015), sementes de várias espécies são capazes de germinar poucos dias após a

fecundação do óvulo, evidentemente, essa consideração se refere à protrusão da raiz primária e não à formação de plântulas normais porque nessa fase ainda não se completou a histodiferenciação e o acúmulo de reservas ainda é incipiente e, portanto, não há possibilidade de produção de plântulas vigorosas.

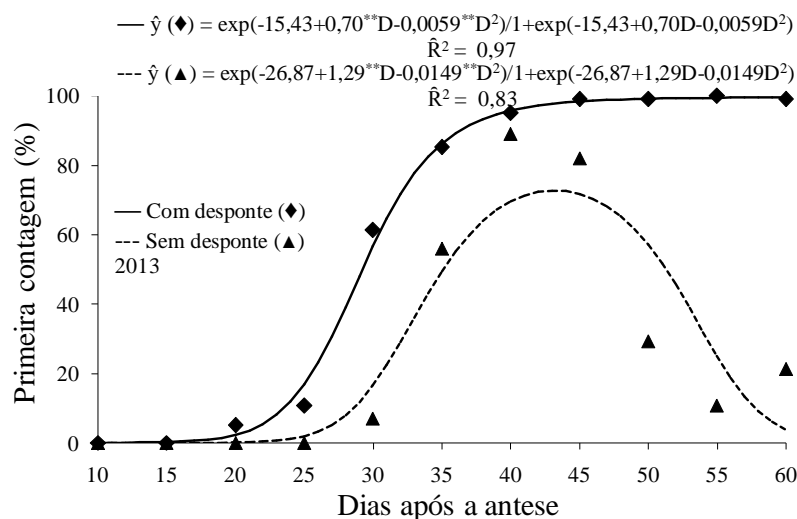


Figura 17. Primeira contagem de germinação (%) de sementes de *L. operculata* colhidas em função dos dias após a antese durante o ano de 2013 e submetidas ou não ao desponte. Areia - PB, 2016.

**significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Quanto aos valores referentes à primeira contagem de germinação das sementes de *L. operculata* colhidas em 2014 (Figura 18) houve ajuste ao modelo quadrático, para as sementes com e sem desponte. A maior porcentagem de germinação na primeira contagem das sementes submetidas ao desponte foi alcançada aos 35 DAA com valor máximo de 100% de germinação, enquanto, as sementes que não foram submetidas ao desponte o seu valor máximo de 29,88% de germinação ocorreu aos 29 dias decorridos da antese. Segundo Medeiros et al. (2010), a germinação máxima de sementes de maxixe (*Cucumis anguria* L.), correspondeu a 84% durante a primeira contagem, sendo obtida aos 32 dias após a antese.

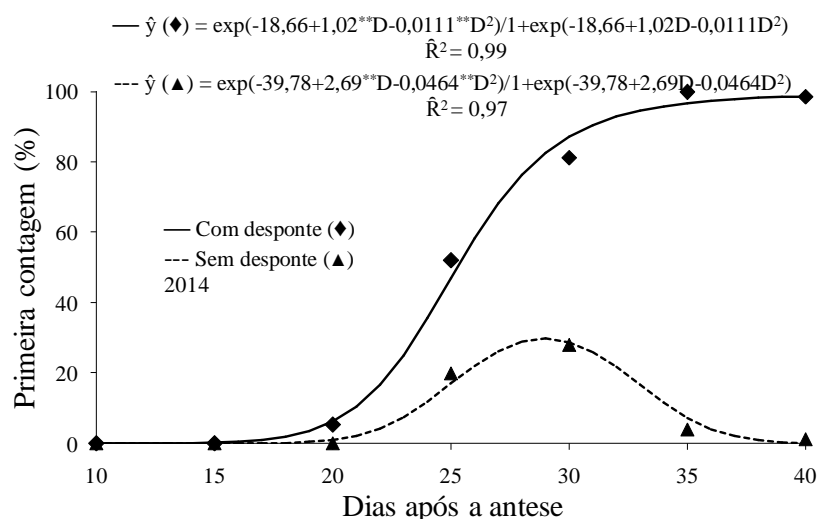


Figura 18. Primeira contagem de germinação (%) de sementes de *L. operculata* colhidas em função dos dias após a antese durante o ano de 2014 e submetidas ou não ao desponte. Areia - PB, 2016.

**significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

O máximo vigor em sementes de pepino (*Cucumis sativus*) avaliado pelo teste de primeira contagem foi obtido entre 45 e 50 dias depois da antese (NAKADA et al., 2011), sendo semelhante aos resultados observados para as sementes de *L. operculata*, justificando a semelhança entre essas cucurbitáceas.

Em sementes de abobrinha (*Cucurbita moschata* Duch) cultivar Menina Brasileira, também pertencente a mesma família, foi observado que somente aos 60 DAA obteve-se a máxima germinação na primeira contagem, quando verificou-se que 78% das sementes haviam germinado, diferentemente das sementes da espécie estudada, uma vez que alcançaram o valor máximo de germinação em tempo inferior a essas sementes (MARROCOS et al., 2011). Em melão (*Cucumis melo* L.), a maior porcentagem de germinação na primeira contagem foi obtida quando as sementes foram colhidas de frutos amarelos com a epiderme rendilhada em estágio avançado de maturação, por essa ocasião havia 37% de germinação das sementes (DONATO et al., 2015).

4.7.2. Índice de velocidade de germinação

Os valores referentes ao índice de velocidade de germinação das sementes de *L. operculata* colhidas em 2013 se ajustaram ao modelo quadrático, tanto para as sementes com

o tegumento despontado ou não (Figura 19), observando-se que o índice máximo de 4,23 foi alcançado aos 44 dias da antese para as sementes que não foram submetidas ao desponte. Nas sementes com desponte ocorreu um aumento progressivo do índice de velocidade, atingindo próximo ao final do processo da maturação, mais precisamente, aos 45 dias um índice equivalente a 6,22.

O índice de velocidade de germinação das sementes de *L. operculata* está relacionado ao vigor das sementes e, segundo Carvalho e Nakagawa (2012), as modificações do vigor das sementes acompanha, de maneira geral, a mesma proporção do acúmulo de massa seca, dessa forma, uma semente atingirá o seu máximo vigor quando o seu máximo de massa seca for alcançado, podendo haver diferenças em função da espécie e das condições ambientais.

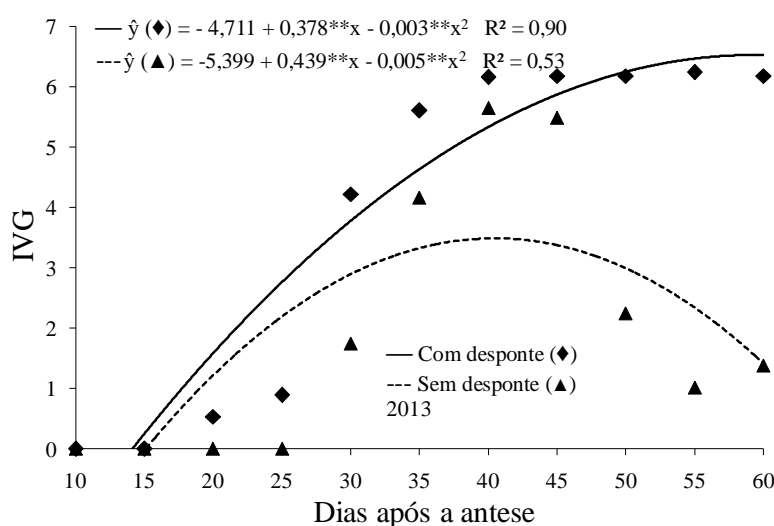


Figura 19. Índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de *L. operculata* colhidas em função dos dias após a antese durante o ano de 2013 e submetidas ou não ao desponte. Areia - PB, 2016.

**significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Quanto ao ano de 2014 (Figura 20), apenas os valores do índice de velocidade de germinação das sementes submetidas ao desponte se ajustaram ao modelo linear, com aumento gradativo, chegando a atingir o valor de 7,0 aos 40 dias após a antese. Para as sementes sem desponte não houve ajuste dos dados aos modelos testados, com valor médio de igual a 0,68.

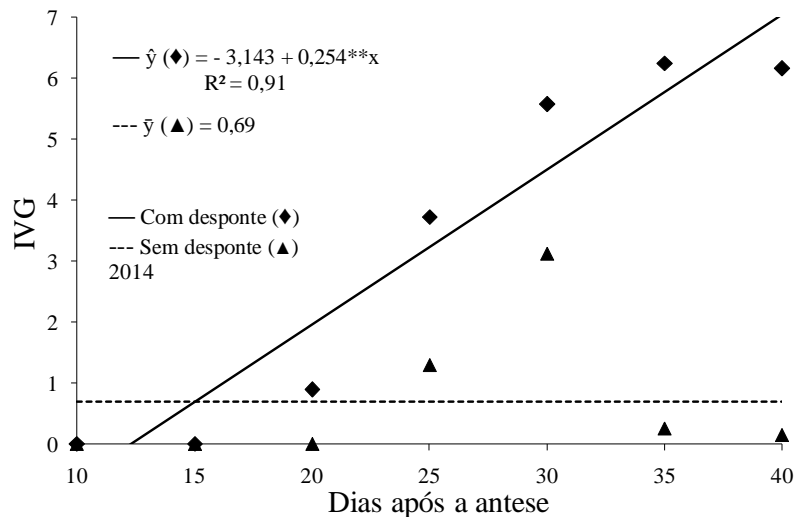


Figura 20. Índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de *L. operculata* colhidas em função dos dias após a antese durante o ano de 2014 e submetidas ou não ao desponte. Areia - PB, 2016.

**significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

4.7.3. Comprimento do hipocótilo e da raiz primária de plântulas

Para os dados do comprimento do hipocótilo das plântulas de *L. operculata* houve ajuste quadrático para os dois anos de estudo (2013 e 2014), quando as sementes foram submetidas ao desponte, naquelas sem o desponte nenhum modelo testado foi ajustado, expressando apenas o seu valor médio (Figuras 21A, B).

Constatou-se que houve um aumento progressivo no comprimento do hipocótilo das plântulas, porém, somente naquelas obtidas de sementes com o desponte do tegumento, observado tanto para o ano de 2013 quanto para 2014 (Figura 21A e B). O vigor é utilizado como sendo uma variável para a caracterização do potencial fisiológico das sementes, sendo mais vigorosas aquelas que atingem o máximo potencial fisiológico na época da maturidade, quando cessa o período de acúmulo de massa seca (TEKRONY e EGLI, 1995).

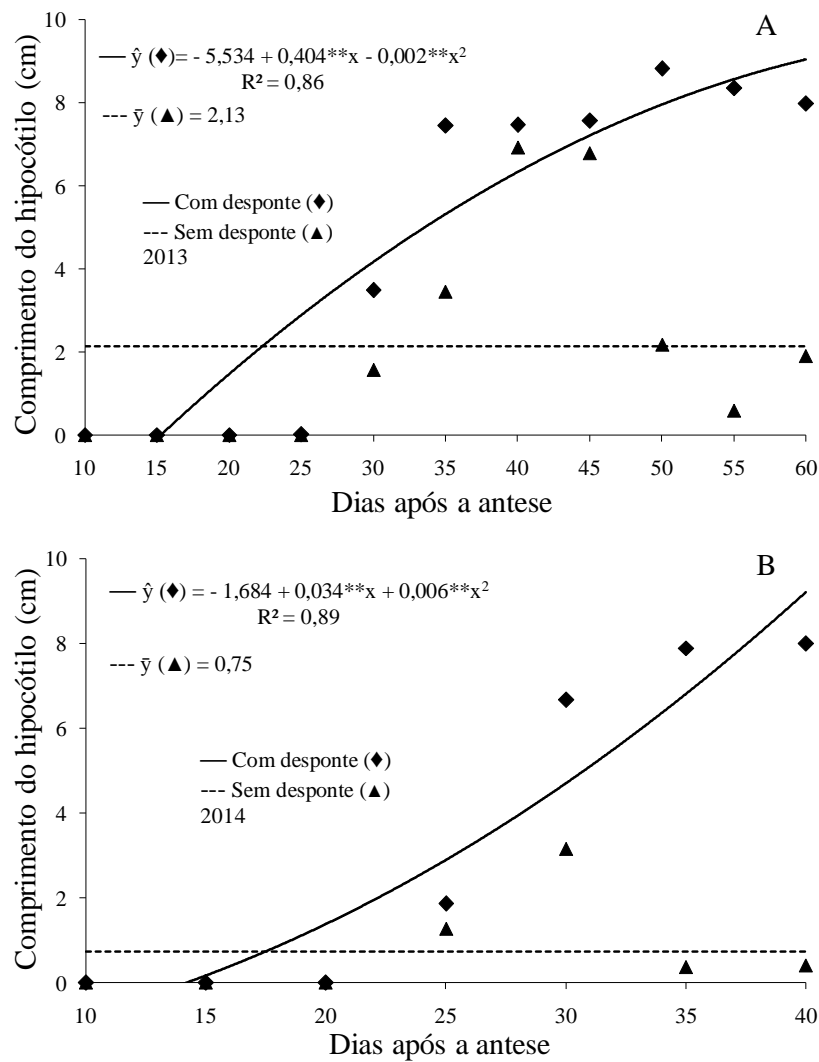


Figura 21. Comprimento do hipocótilo de plântulas de *L. operculata* oriundas de sementes submetidas ou não ao desponte e colhidas em função dos dias após a antese durante os anos de 2013 (A) e 2014 (B). Areia - PB, 2016.

******significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

No teste de vigor, avaliado pelo comprimento da raiz primária das plântulas (2013 e 2014), somente os dados das sementes submetidas ao desponte se ajustaram ao modelo quadrático (Figuras 22A, B), no entanto, para as sementes sem o desponte não houve adequação a nenhum dos modelos testados, constando unicamente os valores médios. Ainda, foi observado que nas sementes com desponte ocorreu um aumento crescente no comprimento da raiz primária das plântulas, à medida que houve o processo de maturação das sementes, observado tanto nas sementes obtidas em 2013, quando também nas sementes de 2014.

Ao estudar a idade e o tempo de armazenamento em frutos de abóbora híbrida, no intuito de obter sementes com melhor qualidade fisiológica, Costa et al. (2006) verificaram

que o maior comprimento da raiz primária das plântulas foram obtidos entre os 50 e 60 dias após a antese, para todos os períodos de armazenamento dos frutos, corroborando com os resultados das sementes de *L. operculata*, evidenciando a similaridade para as duas espécies, as quais pertencem a mesma família.

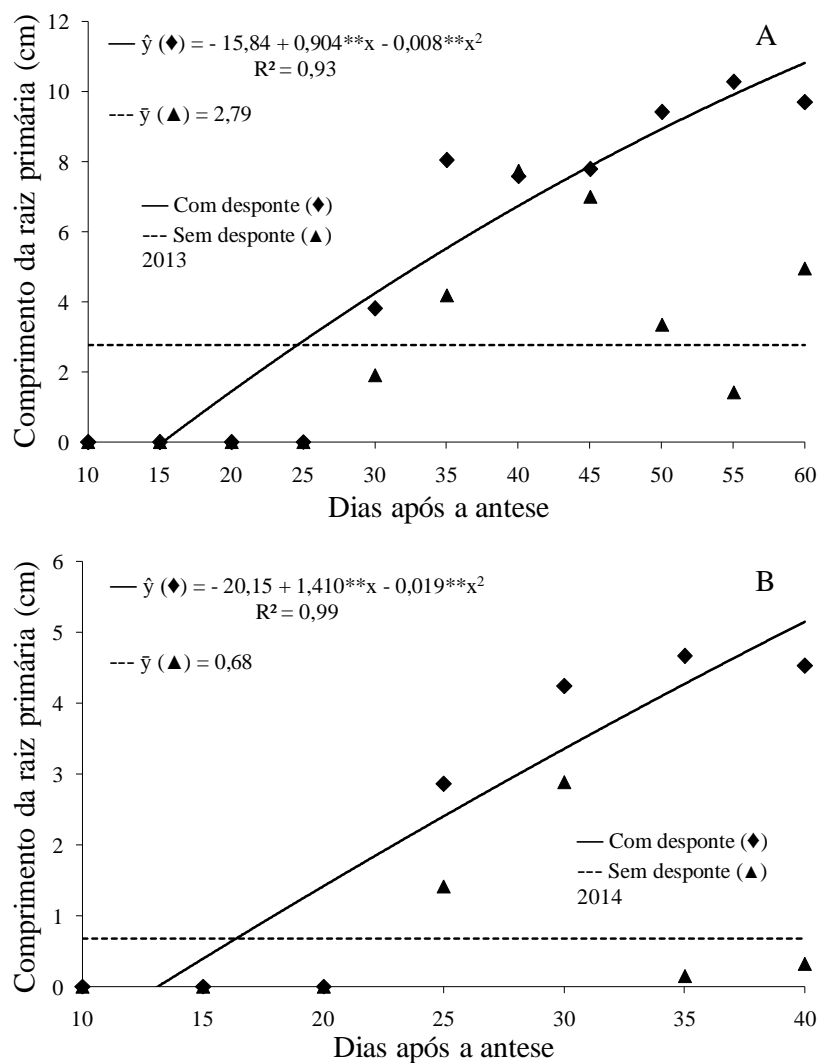


Figura 22. Comprimento da raiz primária de plântulas de *L. operculata* oriundas de sementes submetidas ou não ao desponte e colhidas em função dos dias após a antese durante os anos de 2013 (A) e 2014 (B). Areia - PB, 2016.

**significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

4.7.4. Massa seca do hipocótilo e das raízes de plântulas

Para os valores da massa seca do hipocótilo das plântulas oriundas de sementes colhidas em 2013 e 2014 (Figura 23A, B), com e sem desponte, houve ajuste a modelo quadrático, com exceção daquelas sem desponte no ano de 2014, que não se ajustaram aos modelos. Os resultados obtidos foram crescentes para as plântulas oriundas das sementes com desponte em 2013 e 2014, bem como das sementes sem o desponte em 2013, ocorrendo aumento na massa seca do hipocótilo com o avanço do processo de maturação das sementes.

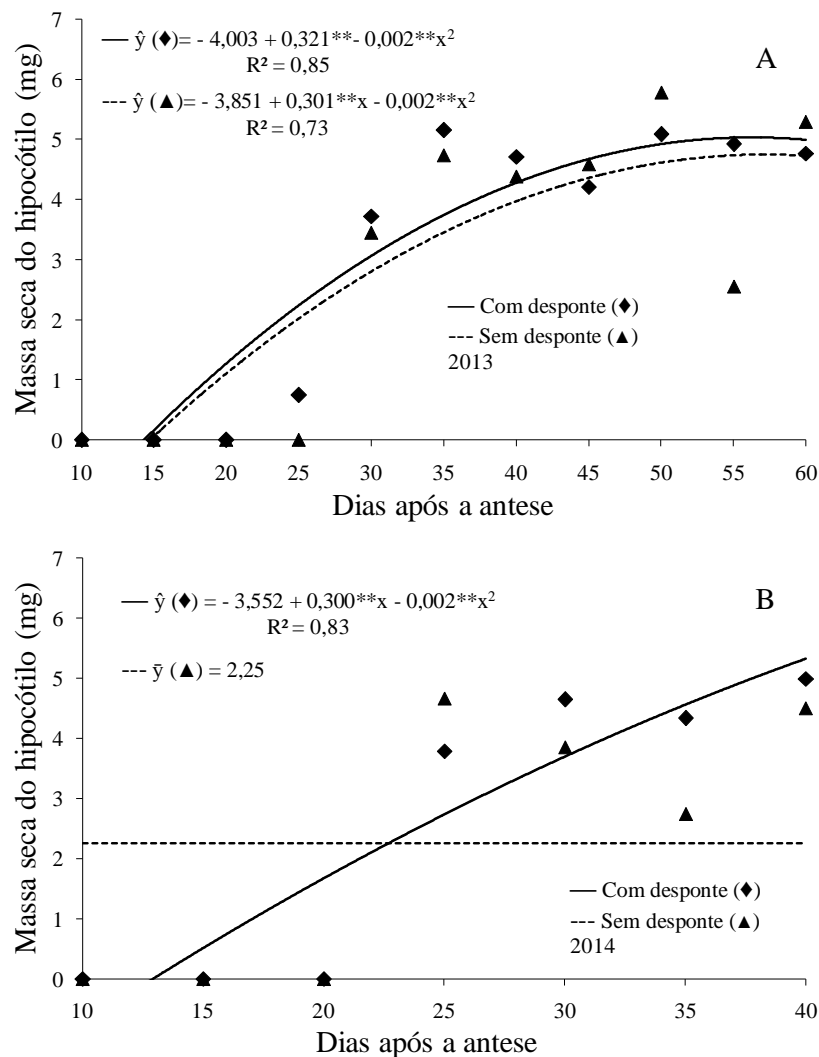


Figura 23. Massa seca do hipocótilo de plântulas de *L. operculata* oriundas de sementes submetidas ou não ao desponte e colhidas em função dos dias após a antese durante os anos de 2013 (A) e 2014 (B). Areia - PB, 2016.

**significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

O teste de massa seca de plântulas está entre os principais testes de avaliação do vigor das sementes, uma vez que o vigor está associado a capacidade do acúmulo de reservas da semente e posteriormente distribuição para o desenvolvimento e crescimento da plântula. Porém, Marcos Filho (2015) ressaltou que é possível que o vigor da semente tenha efeito direto na habilidade da planta acumular massa seca, mas, na realidade, as reservas da semente e a sua mobilização adequada são responsáveis apenas pelo crescimento inicial da plântula, durante período relativamente curto após a emergência.

A máxima massa seca da parte aérea de plântulas de abóbora híbrida cv. Jabras foi obtida de sementes extraídas de frutos com idade entre 50 e 60 dias após a antese (COSTA et al., 2006). Nas plântulas de *L. operculata*, a massa seca máxima sugere o momento em que a semente conclui o período de acúmulo de suas reservas adquiridas pela planta-mãe durante a maturação e tenha finalmente alcançado o ponto de maturidade fisiológica.

Nas Figuras 24A e B encontram-se os valores da massa seca das raízes referentes aos anos de 2013 e 2014, respectivamente, pelos quais se observou ajuste ao modelo quadrático para os dados daquelas plântulas obtidas das sementes que foram submetidas ao desponte, nos dois anos de estudo, enquanto para as sementes sem desponte, no ano de 2013 houve ajuste apenas ao modelo linear. Para a massa seca das raízes oriundas de sementes colhidas em 2014 e sem desponte, nenhum dos modelos testados foi ajustado.

Para os resultados que foram ajustados aos modelos estatísticos, verificou-se um aumento crescente da massa seca das raízes, atingindo aos 60 dias de 2013 a maior massa seca nas sementes despontadas e não despontadas, bem como aos 40 dias em 2014 na massa seca das raízes obtidas de sementes com o desponte. A maior massa de seca das raízes de plântulas de abóbora (*C. maxima* e *C. moschata*) também pertencente à família das cucurbitaceas foi alcançado em frutos colhidos com idade entre 50 e 60 dias após a antese (COSTA et al., 2006).

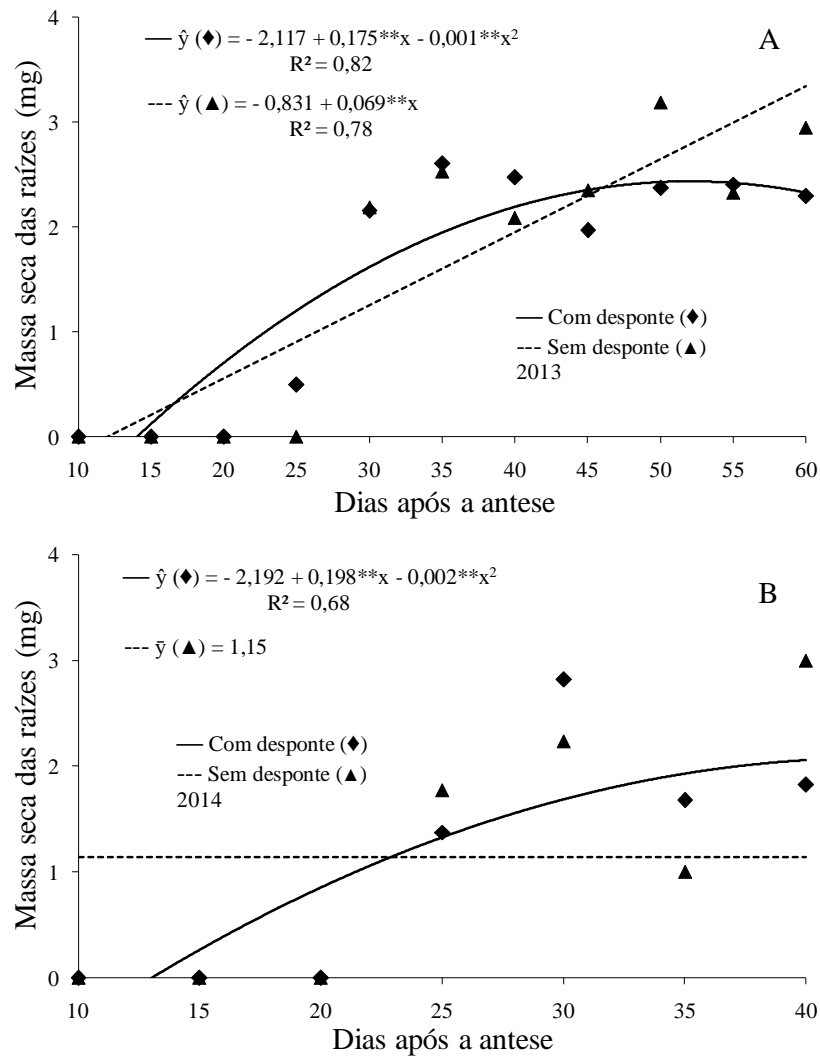


Figura 24. Massa seca das raízes de plântulas de *L. operculata* oriundas de sementes submetidas ou não ao desponte e colhidas em função dos dias após a antese durante os anos de 2013 (A) e 2014 (B). Areia - PB, 2016.

**significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

5. CONCLUSÕES

As variações na temperatura, precipitação e umidade relativa do ar interferem significativamente no processo de maturação das sementes de *L. operculata*, antecipando o seu desenvolvimento em situações desfavoráveis;

A coloração castanho dos frutos e escura das sementes de *L. operculata* são índices que auxiliam na determinação do ponto de maturidade fisiológica;

O tamanho dos frutos não é um indicador eficiente na determinação do ponto de colheita das sementes de *L. operculata*;

No ponto de maturidade fisiológica, as sementes estão com os menores teores de água, ocasião em que sua massa seca é máxima;

O ponto de maturidade fisiológica das sementes de *L. operculata*, para as condições de Areia - PB ocorre quando os frutos estão com idade entre 45 a 55 dias de sua antese durante o ano de 2013 e por volta dos 35 a 40 dias em 2014;

As sementes de *L. operculata* devem ser colhidas entre 50 e 60 dias após a antese para que sua qualidade fisiológica seja garantida;

A dormência se instala nas sementes de *L. operculata* por volta dos 35 e 50 dias após a antese.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDUL-BAKI, A.A.; ANDERSON, J.D. Physiological and biochemical deterioration of seeds. In: KOZLOWSKI, T.T. (Ed.). **Seed biology**. New York: Academic Press, 1972. p.283-315.
- ABUD, H.F.; ARAUJO, E.F.; ARAUJO, R.F.; ARAUJO, A.V.; PINTO, C.M.F. Qualidade fisiológica de sementes das pimentas malagueta e biquinho durante a ontogênese. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.48, n.12, p.1546-1554, 2013.
- ADLER, M. Efficacy and safety of a fixed-combination homeopathic therapy for sinusitis. **Advances in Therapy**, v.16, n.2, p.103-11, 1999.
- AGUIAR, I.B.; PERECIN, D.; KAGEYAMA, P.Y. Maturação fisiológica de sementes de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. **IPEF**, n.38, p.41-49, 1988.
- ALONSO, J.R. **Tratado de fitofármacos y nutracéuticos**. Buenos Aires: Ed. Corpus; 2004. 1359p.
- ANDRADE, R.V.; AUZZA, S.A.Z.; ANDREOLI, C.; NETTO, D.A.M.; OLIVEIRA, A.C. Qualidade fisiológica das sementes de milho híbrido simples HS200 em relação ao tamanho. **Ciência e Agrotecnologia**, v.25, n.3, p.576-582, 2001.
- ARAGÃO, C.A.; DEON, M.D.; QUEIROZ, M.A.; DANTAS, B.F. Germinação e vigor de sementes de melancia com diferentes ploidias submetidas a tratamentos pré-germinativos. **Revista Brasileira de Sementes**, v.28, n.3, p.82-86, 2006.
- ARAÚJO, P.C.; ALVES, E.U.; ARAÚJO, L.R.; ALVES, M.M.; MEDEIROS, J.G.F.M. Tratamentos para superar a dormência de sementes de *Luffa operculata* (L.) Cogniaux. **Revista Caatinga**, v.28, n.2, p.76-83, 2015.
- BARBOSA, J.M.; RODRIGUES, M.A.; BARBÉRIO, M.; ARAUJO, A.C.F.B. Maturação de sementes de espécies florestais tropicais. In: PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B.; SILVA, A. Org(s), **Sementes florestais tropicais: da ecologia à produção**. Londrina, PR: ABRATES, 2015. p.180-219.
- BARROS, D.I.; DIAS, D.C.F.S.; DIAS, L.A.; ARAÚJO, E.F. Avaliação do vigor de sementes de abobrinha (*Cucurbita pepo*) pelo teste de tetrazólio. **Horticultura Brasileira**, v.20, n.2, p.1-5, 2002.
- BARROSO, P.A.; RÊGO, M.M.; RÊGO, E.R.; NASCIMENTO, K.S.; FERREIRA, K.T.C.; SANTOS, A.A. Caracterização morfológica de plântulas de *Luffa cylindrica* L. germinadas *in vitro*. **Revista Agropecuária Técnica**, v.35, n.1, p.89-93, 2014.

BASKIN, J.M.; BASKIN, C.C. The annual dormancy cycle in buried weed seeds: a continuum. **BioScience**, v.35, n.8, p.492-498, 1985.

BASKIN, J.M.; BASKIN, C.C. A classification system for seed dormancy. **Seed Science Research**, v.14, n.1, p.1-16, 2004.

BEWLEY, J.D.; BLACK, J.M. **Seeds: physiology of development and germination**. 2.ed. New York: Plenum Press, 1994. 445p.

BORGHETTI, F. Dormência embrionária. In: FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p.109-123.

BRACCINI, A.L.; REIS, M.S.; SEDIYAMA, C.S.; SCAPIM, C.A.; BRACCINI, M.C.L. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja, após o processo de hidratação-desidratação e envelhecimento acelerado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, n.6, p.1053-1066, 1999.

BRANCALION, P.H.S.; MONDO, V.H.V.; NOVENBRE, A.D.L.C. Escarificação química para a superação da dormência de sementes de saguaraji-vermelho (*Colubrina glandulosa* Perk. - Rhamnaceae). **Revista Árvore**, v.35, n.1, p.119-124, 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Levantamento exploratório** - Reconhecimentos de solos do estado da Paraíba. Rio de Janeiro: MA/SUDENE, v.15, 1972. 670p. (Boletim Técnico).

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 395p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instruções para análise de sementes de espécies florestais**. Secretaria de Defesa Agropecuária/Coordenação Geral de Apoio Laboratorial. Brasília, DF: Mapa/SDA/CGAL, 2013. 97p.

BROCK, A.C.K.; DUARTE, M.R.; NAKASHIMA, T. Estudo morfo-anatômico e abordagem fitoquímica de frutos e sementes de *Luffa operculata* (L) Cogn., Cucurbitaceae. **Visão Acadêmica**, v.4, n.1, p.31-7, 2003.

CACERES, A. **Plantas de uso medicinal en Guatemala**. Guatemala: Editorial Universitaria, Universidad de San Carlos de Guatemala; 1996. 402p.

CARDOSO, V.J.M. Dormência: estabelecimento do processo. In: FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed Editora, 2004. 323p.

CARNEIRO, L.M.T.A.; RODRIGUES, T.J.D.; FERRAUDO, A.S.; PERECIN, D. Ácido abscísico e giberélico na germinação de sementes de alfafa (*Medicago sativa* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, v.23, n.2, p.177-185, 2001.

CARVALHO, N.M.; SOUZA FILHO, J.F.; GRAZIANO, T.T.; AGUIAR, I.B. Maturação fisiológica de sementes de amendoim-do-campo. **Revista Brasileira de Sementes**, v.2, n.2, p.23-27, 1980.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590p.

CASTRO, R.D.; BRADFORD, K.J.; HILHORST, H.W.M. Embebição e reativação do metabolismo. In: FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. (Ed.). **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto alegre: Artmed, 2004. p.149-162.

CASTRO, M.M.; GODOY, A.R.; CARDOSO, A.I.I. Qualidade de sementes de quiabeiro em função da idade e do repouso pós-colheita dos frutos. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, n.5, p.1491-1495, 2008.

COPELAND, L.O.; McDONALD, M.B. **Principles of seed science and technology**. 4.ed. New York: Chapman & Hall, 2001. 467p.

COSTA, C.J.; CARMONA, R.; NASCIMENTO, W.M. Idade e tempo de armazenamento de frutos e qualidade fisiológica de sementes de abóbora híbrida. **Revista Brasileira de Sementes**, v.28, n.1, p.127-132, 2006.

DI STASI, L.C.; HIRUMA-LIMA, C.A.; SOUZA-BRITO, A.R.B.; MARIOT, A.; SANTOS, C.M. **Plantas medicinais na Amazônia e na mata atlântica**. 2.ed. São Paulo: UNESP, 2002. 604p.

DIAS, D.C.F.S.; NASCIMENTO, W.M. Desenvolvimento, maturação e colheita de sementes de hortaliças. In: NASCIMENTO, W. M. (Ed.). **Tecnologia de sementes de hortaliças**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2009. p.11-76.

DONATO, L.M.S.; RABELO, M.M.; DAVID, A.M.S.S.; ROCHA, A.F.; ROCHA, A.S.; BORGES, G.A. Qualidade fisiológica de sementes de melão em função do estágio de maturação dos frutos. **Comunicata Scientiae**, v.6, n.1, p.49-56, 2015.

DORNBOS JÚNIOR, D.L. Seed vigor. In: BASRA, A.S. (Ed.). **Seed quality: basic mechanisms and agricultural implications**. New York, The Haworth Press Inc. 1995. p.45-79.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 1.ed. Rio de Janeiro, 2006. 306p.

FERGUSON, J.M.; TEKRONY, D.M.; EGLI, D.M. Changes during early soybean seed and axes deterioration: II. Lipids. **Crop Science**, v.30, n.1, p.179-182, 1990.

FIGLIOLIA, M.B. Colheita de semente. In: **Manual técnico de sementes florestais**, Instituto Florestal: São Paulo, 1995. p.1-12. (Série Registros, n.14).

FIGLIOLIA, M.B.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M. **Manejo de sementes de espécies arbóreas**. IF-Séries Registros, n.15, p.1-59, 1995.

FIGUEIREDO NETO, A.; SILVA, M.F.; DANTAS, B.F.; TEIXEIRA, R.A.; REIS, D.S. Avaliação da maturação fisiológica de sementes de jerimum (*Curcubita moschata* Duch) cultivadas na região semiárida. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.7, n.4, p.10-17, 2012.

FIGUEIREDO NETO, A.; ALMEIDA, F.A.C.; DANTAS, B.F.; GARRIDO, M.S.; ARAGÃO, C.A. Maturação fisiológica de sementes de abóbora (*Curcubita moschata* Duch) produzidas no semiárido. **Comunicata Scientiae**, v.5, n.3, p.302-310, 2014.

FIGUEIREDO NETO, A.; ALMEIDA, F.A.C.; VIEIRA, J.F.; SILVA, M.F. Physiological maturity of pumpkin seeds. **African Journal of Agricultural Research**, v.10, n.27, p.2662-2667, 2015.

FOWLER, J.A.P.; BIANCHETTI, A. **Dormência em sementes florestais**. Colombo: EMBRAPA Florestas, 2000. 27p. (EMBRAPA Florestas. Documentos, 40).

FRANÇA NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; HENNING, A.A.; WEST, S.H.; MIRANDA, L.C. Soybean seed quality as affected by shriveling due to heat and drought stress during seed filling. **Seed Science and Technology**, v.21, n.1, p.107-116, 1993.

GEMAQUE, R.C.R.; DAVIDE, A.C.; FARIA, J.M.R. Indicadores de maturidade fisiológica de sementes de ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa* (Mart.) Standl.). **Cerne**, v.8, n.2, p.84-91, 2002.

GIEHL, R.F.H.; FACAN, E.B.; EISERMANN, A.C.; BRACKMANN, A.; MEDEIROS, S.P.; MANFRON, P.A.; Crescimento e mudanças físico-químicas durante a maturação de frutos de meloeiro (*Cucumis melo* var. *cantalupensis* Naud.) híbrido Torreon. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, n.2, p.371-377, 2008.

GOMES JÚNIOR, J.; MENEZES, J.B.; NUNES, G.H.S.; COSTA, F.B.; SOUZA, P.A. Qualidade pós-colheita do melão tipo cantaloupe, colhido em dois estádios de maturação. **Horticultura Brasileira**, v.19, n.3, p.223-227, 2001.

GRANGEIRO, L.C.; MENDES, A.M.S.; NEGREIROS, M.Z.; SOUZA, J.O.; AZEVÊDO, P.E. Acúmulo e exportação de nutrientes pela cultivar de melancia Mickylee. **Revista Caatinga**, v.18, n.2, p.73-81, 2005.

GUIMARÃES, T.G.; OLIVEIRA, D.A.; MANTOVANI-ALVARENGA, E.; GROSSI, J.A. Maturação fisiológica de sementes de zínia (*Zinnia elegans* Jacq.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.20, n.1, p.7-11, 1998.

HILHORST, H.W.M.; BEWLEY, J.D.; CASTRO, R.D.; SILVA, E.A.A. **Curso avançado em fisiologia e tecnologia de sementes**. Lavras: UFLA, 2001. 74p.

IOSSI, E.; SADER, R.; MORO, F.V.; BARBOSA, J.C. Maturação fisiológica de sementes de *Phoenix roebelenii* O'Brien. **Revista Brasileira de Sementes**, v.29, n.1, p.147-154, 2007.;

KERMODE, A.R. Regulatory mechanism in the transition from seed development to germination: interactions between the embryo and the seed environment. In: KIGEL, J.; GALILI, G. (Ed.). **Seed development and germination**. New York: Marcel Dekker. 1995. p.273-332.

LAGO, A.A.; MARTINS, L. Qualidade fisiológica de sementes de *Brachiaria*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.33, n.2, p.199-204, 1998.

LORENZI, H.; MATOS, F.J.A. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas cultivadas**. 2.ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008. 544p.

LUCCA FILHO, O.A. **Tecnologia de sementes**. Módulo 4: Patologia de sementes. Curso de Especialização por Tutoria à Distância. Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior. Brasília - DF, ABEAS, 2001. 54p.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v.2, n.2, p.176-177, 1962.

MARANHO, A.S.; PAIVA, A.V. Superação de dormência tegumentar em sementes de *Senna silvestris* (Vell.) H. S. Irwin & Barneby. **Revista Biotemas**, v.25, n.2, p. 25-31, 2012.

MARCOS FILHO, J. Testes de vigor: importância e utilização. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA-NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, cap.1. p. 1-21. 1999.

MARCOS FILHO, J.; NOVEMBRE, A.D.C.; CHAMMA, H.M.C.P. Testes de envelhecimento acelerado e de deterioração controlada para avaliação do vigor de sementes de soja. **Scientia Agricola**, v.58, n.2, p.421-426, 2001.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Londrina: ABRATES, 2015. 659p.

MARCOS FILHO, J.; NOVENBRE, A.D.C. Avaliação do potencial fisiológico de sementes de hortaliças. In: NASCIMENTO, W.M. (Ed.). **Tecnologia de sementes de hortaliças**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2009. p.185-246.

MARROCOS, S.T.P.; MEDEIROS, M.A.; GRANGEIRO, L.C.; TORRES, S.B.; LUCENA, R.R.M. Maturação de sementes de abobrinha menina brasileira. **Revista Brasileira de Sementes**, v.33, n.2, p.272-278, 2011.

MARTINS, C.C.; NAKAGAWA, J.; BOVI, M.L.A.; STANGUERLIM, H. Influência do peso das sementes de palmito-vermelho (*Euterpe espirotosantensis* Fernandes) na porcentagem e na velocidade de germinação. **Revista Brasileira de Sementes**, v.22, n.1, p.47-53, 2000.

MATOS, F.J.A. Farmocognosia de *Luffa operculata* Cogn. **Revista Brasileira Farmácia**, v.60, n.9, p.69-76, 1979.

MATOS, F.J.A. **Plantas da medicina popular do nordeste** - propriedades atribuídas e propriedades confirmadas. EDUFPA: Fortaleza, 1999. 79p.

McDONALD, M.B. Seed deterioration: physiology, repair and assessment. **Seed Science and Technology**, v.22, n.3, p.531-539, 1999.

MEDEIROS, M.A.; GRANGEIRO, L.C.; TORRES, S.B.; FREITAS, A.V.L. Maturação fisiológica de sementes de maxixe (*Cucumis anguria* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, v.32, n.3, p.17-24, 2010.

MOREIRA, F.J.C.; INNECCO, R.; SILVA, M.A.P.; MEDEIROS FILHO, S. Tratamentos pré-germinativos em sementes de *Luffa cylindrica* Roemer. **Revista Ciência Agronômica**, v.38, n.2, p.233-238, 2007.

MOTTA, I.S.; BRACCINI, A.L.; SCAPIM, C.A.; INOUE, M.H.; ÁVILA, M.R.; BRACCINI, M.C.L. Época de semeadura em cinco cultivares de soja. II. Efeito na qualidade fisiológica das sementes. **Acta Scientiarum**, v.24, n.5, p.1281-1286, 2002.

NAKADA, P.G.; OLIVEIRA, J.A.; MELO, L.C.; GOMES, L.A.A.; PINHO, É.V.R.V. Desempenho fisiológico e bioquímico de sementes de pepino nos diferentes estádios de maturação. **Revista Brasileira de Sementes**, v.33, n.1, p.113-122, 2011.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.2-15.

NASCIMENTO, W.M.; DIAS, D.C.F.S.; FREITAS, R.A. Cultivo da pimenta. **Informe Agropecuário**, v.27, n.235, p.30-39, 2006.

NASCIMENTO, M. **Para onde vai o mercado de hortaliças**. In: AGRIANUAL, São Paulo: AgraFNP, 2009. p.329-330.

NASEEM, M.; PATIL, S. Antiespermatogenic and androgenic activities of *Momordica charantia* (karela) in albino rats. **Journal of Ethnopharmacology**, v.61, n.1, p.9-16, 1998.

OLESEN, T.; WILTSHIRE, N.; MCCONCHIE, C. **Improved post-harvest handling of lychee**. Queensland: Rural Industries Research and Development Corporation, 2003. 86p.

PARREIRA, M.C.; CARDOZO, N.P.; PEREIRA, F.C.M.; ALVES, P.L.C.A. Superação de dormência das sementes e controle químico de *Momordica charantia* L. **Bioscience Journal**, v.28, n.3, p.358-365, 2012.

PEDROSO, D.C.; MENEZES, V.O.; MUNIZ, M.F.B.; BELLÉ, R.; BLUME, E.; GARCIA, D.C. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de *Zinnia elegans* Jacq. colhidas em diferentes épocas. **Revista Brasileira de Sementes**, v.30, n.3, p.164-171, 2008.

PIÑA-RODRIGUES, F.C.M. Maturação fisiológica de sementes de espécies florestais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE TECNOLOGIA DE SEMENTES FLORESTAIS, 1, Belo Horizonte. **Anais...** Brasília: IBDF, 1986. p.217-239.

PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; AGUIAR, I.B. Maturação e dispersão de sementes. In: AGUIAR, I.B.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B. **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993. p.215-274.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. 2.ed. Brasília: ABRATES, 1985. 289p.

SALVIANO, P.A. Revisão sobre o uso terapêutico da *Luffa operculata* (L) Cogniaux (cabacinha). **Revista Brasileira de Medicina**, v.49, n.9, p.672-674, 1992a.

SALVIANO P.A. Tratamento da sinusite com preparação contendo *Luffa operculata* e solução fisiológica. **Revista Brasileira de Medicina**, v.49, n.9, p.681-682, 1992b.

SAS. SAS/STAT 9.3 User's Guide. Cary, NC: SAS Institute Inc. 2011. 8621p.

SILVA, A.I.S.; CORTE, V.B.; PEREIRA, M.D.; CUZZUOL, G.R.F.; LEITE, I.T.A. Efeito da temperatura e de tratamentos pré-germinativos na germinação de sementes de *Adenanthera pavonina* L. **Seminário: Ciências Agrárias**, v.30, n.4, p.815-824, 2009.

SILVEIRA, M.A.M.; VILLELA, F.A.; TILLMANN, M.A.A. Maturação fisiológica de sementes de calêndula (*Calendula officinalis* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, v.24, n.2, p.31-37, 2002.

SIMÕES, C.M.O.; SCHENKEL, E.P.; GOSMANN, G.; MELLO, J.C.P.; MENTZ, L.A.; PETROVICK, P.R. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 6.ed. Porto Alegre: Editora UFRGS; Florianópolis: Editora UFSC, 2010. 1102p.

- SOUZA, L.C.D.; YAMASHITA, M.Y.; CARVALHO, M.A.C. Qualidade de sementes de arroz utilizadas no norte de Mato Grosso. **Revista Brasileira de Sementes**, v.29, n.2, p.223-228, 2007.
- SOUZA, S.M.; LIMA, P.C.F. Maturação de sementes de angico (*Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan). **Revista Brasileira de Sementes**, v.7, n.2, p.93-99, 1985.
- TEKRONY, D.M.; EGLI, D.B. Accumulation of seed vigour during development and maturation. In: ELLIS, R.H.; BLACK, M.; MURDOCH, A.J. (ed.). **Proceedings of the fifth international workshop on seeds**. Reading, 1995. p.369-384.
- VASQUES, C.A.V.; VASQUES, N.V.; ARRAES, L.A.; GELLER, M. Revisão farmacognóstica da cabacinha (*Luffa operculata* Cogn.). **Folha Médica**, v.93, n.3, p.185-7, 1986.
- VEASEY, E.A.; FREITAS, J.C.T.; SCHAMMASS, E.A. Variabilidade da dormência de sementes entre e dentro de espécies de *Sesbania*. **Scientia Agricola**, v.57, n.2, p.299-304, 2000.
- VIDIGAL, D.S.; DIAS, D.C.F.S.; NAVEIRA, D.S.P.C.; ROCHA, F.B.; BHERING, M.C. Qualidade fisiológica de sementes de tomate em função da idade e do armazenamento pós-colheita dos frutos. **Revista Brasileira de Sementes**, v.28, n.3, p.87-93, 2006.
- VIDIGAL, S.M.; PACHECO, D.D.; FACION, C.E. Crescimento e acúmulo de nutrientes pela abóbora híbrida tipo Tetsukabuto. **Horticultura Brasileira**, v.25, n.3, p.375-380, 2007.
- WEISER, M.; GEGENHEIMER, L.H.; KLEIN, P.A. randomized equivalence trial comparing the efficacy and safety of *Luffa* comp. Heel nasal spray with cromolyn sodium spray in the treatment of seasonal allergic rhinitis. **Forsch Komplementarmed**, v.6, n.3, p.142-8, 1999.
- ZAIDAN, L.B.P.; BARBEDO, C.J. Quebra de dormência em sementes. In: FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p.136-146.

ANEXO

Anexo A. Dados meteorológicos de temperatura máxima e mínima (°C), precipitação (mm) e umidade relativa (%) para os anos de 2013 e 2014.

2013				
Meses	Temperatura (°C)		Precipitação (mm)	Umidade relativa (%)
	Máxima	Mínima		
Janeiro	30,0	20,4	40,7	74
Fevereiro	29,6	21,0	59,9	75
Março	29,8	21,6	49,6	75
Abril	29,2	21,1	192,1	77,8
Maio	26,4	20,2	110,0	84
Junho	24,8	22,2	221,2	88,8
Julho	23,9	18,9	263,7	88
Agosto	24,5	18,5	124,0	86
Setembro	25,3	18,9	60,0	85
Outubro	27,4	19,9	37,1	78
Novembro	27,9	20,2	48,4	77
Dezembro	28,9	20,7	66,5	76
2014				
Meses	Temperatura (°C)		Precipitação (mm)	Umidade Relativa (%)
	Máxima	Mínima		
Janeiro	28,7	20,4	34,8	76
Fevereiro	27,6	20,5	156,6	84
Março	28,3	21,1	73,1	83
Abril	29,7	21,4	48,2	79,4
Maio	26,3	20,3	117,9	84
Junho	24,3	19,0	153,7	86,9
Julho	23,0	19,0	156,2	86
Agosto	21,1	18,5	92,2	83
Setembro	25,6	19,2	203,8	84
Outubro	26,8	19,7	78,0	81
Novembro	28,6	20,2	40,9	76
Dezembro	28,8	20,4	34,1	75

Fonte: Estação Meteorológica de Areia - PB/INMET/3°DISME/82696.